

저급 한우갈비를 이용한 양념육 제조기술 개발

Development of manufacturing technology of
seasoned meat products
with low quality Korean beef rib

연구기관
서울대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “저급 한우갈비를 이용한 양념육제조기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 9일

주관연구기관명 : 서울대학교

총괄연구책임자 : 이 무 하

연 구 원 : 김 정 환

김 일 석

민 중 석

김 방 현

김 기 진

천 용 현

장 성 현

요 약 문

I. 제 목

저급 한우갈비를 이용한 양념육제조기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

현재 우리 나라의 저급 한우갈비를 이용한 양념육제조기술 개발에 관한 연구로 인해서 저급 한우갈비 이용의 가치를 높이기 위해 과일을 이용한 천연 연화제와 품질 개선제를 개발하고 이를 사용해 양념육제조기술로 한국인 입맛에 맞는 양념을 개발하고자 하였다.

2. 연구의 필요성

천연 연화제와 품질 개선제를 이용한 저급 한우갈비의 대한 체계적인 연구가 미비하여 산업예로의 활용도가 낮은 실정이다. 특히 가격경쟁이 잘 되지 않는 저급육의 발전의 필요성이 요구되고 있다. 과일을 이용한 천연 연화제가 개발되면 화학제품이 아닌 천연 제품이라는 소비자 인식을 얻을 수 있다. 한편 고기를 양념에 재워두는 조리방법이 발달한 우리 나라 실정에 맞는 천연 연화제 개발과 품질 개선제를 포함한 소스의 가공이 요구되고 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리 나라 저급 한우갈비를 이용해 양념을 통해서 저급 한우 갈비의 품질을 증진시키기 위해 냉장 저장 중 포장 방법에 따른 품질 변화 조사 분석을 통해서 유통기간을 확립하기 위해서 진공포장과 가스포장 그리고 호기적 저장 중 미생물학적, 관능적, 이화학적 품질특성 변화를 살펴보고, 양념한우갈비의 유통과정 중 육

색 유지 기술 개발을 위해 각종 양념이 육색에 미치는 영향과 마늘성분과 myoglobin의 반응과 Oxymyoglobin의 유지 조건을 관찰한다.

저등급 한우갈비의 연도 및 식감을 개선할 수 있는 연화제 및 품질개선제 개발을 위해 식물성 단백질 분해물질을 이용한 연화제 기술개발과 다즙성 및 식감을 증진시키기 위한 품질개선제 개발 천연 연화제와 품질 개선제의 혼합 사용시 상승효과 및 역효과 분석을 통한 최적조건을 확립하고자 하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

저장고의 온도 변화는 1일차부터 28일차까지 자동 기록하였으며, 저장 전기간동안 저장 온도는 $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지되었다. 따라서 저장기간 동안 온도편차에 의한 품질변화는 거의 없었을 것으로 사료된다.

본 실험의 저장 중 TBA가는 호기포장 경우 $0.12\pm 0.03 \sim 0.60\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg, 가스포장인 경우 $0.23\pm 0.02 \sim 2.69\pm 0.14$ mg malonaldehyde/kg, 진공포장인 경우 $0.17\pm 0.01 \sim 0.51\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg의 TBA가를 나타내었다.

VBN가는 호기포장의 경우 $7.84\pm 0 \sim 24.17\pm 2.41$ mg/100g, 가스포장의 경우 $8.12\pm 0.43 \sim 16.52\pm 1.01$ mg/100g, 진공포장의 경우 $10.17\pm 2.54 \sim 21.84\pm 0.48$ mg/100g의 VBN가를 나타내었다.

pH는 각각 5.14~6.62, 5.69~6.59, 5.14~6.60으로 나타났다. 호기포장의 경우 L값, a값, b값이 각각 $33.86\pm 0.97 \sim 37.87\pm 4.08$, $15.14\pm 5.55 \sim 22.22\pm 4.76$, $6.77\pm 1.67 \sim 8.45\pm 1.36$ 을 나타냈고, 호기포장의 L값, a값, b값 모두 저장기간 동안 유의차 없이 큰 변화를 보이지 않았다. 가스포장의 L값, a값, b값은 각각 $33.32\pm 1.42 \sim 39.58\pm 4.08$, $5.92\pm 0.16 \sim 15.26\pm 0.60$, $5.80\pm 0.58 \sim 9.13\pm 0.74$ 를 나타냈는데, L값의 경우에는 저장기간 동안 유의차가 없었으며, a값은 저장기간 중 $P<0.001$ 수준의 유의차를 나타내며 서서히 그 측정값이 낮아지는 것을 볼 수 있었고, b값은 저장기간 중 $P<0.01$ 수준의 유의차를 나타내며 약간 높아지는 것을 볼 수 있었다. 진공포장의 L값, a값, b값은 각각 $33.27\pm 2.34 \sim 40.67\pm 1.83$, $12.60\pm 0.92 \sim 19.73\pm 2.50$, $5.56\pm 0.30 \sim 9.58\pm 0.81$ 을 나타내었고, L값, a값, b값 모두 저장기간 중 $P<0.001$ 의 유의차를 보였다.

양념 갈비 제조에 첨가되는 소금, 설탕(흑, 황, 백설탕), 후추, 마늘, 참기름과

육배유중에서 어느 성분이 가장 육색에 영향을 많이 미치는 지를 알아보기 위해서 갈비에 각 양념 재료를 갈비 중량의 1%를 첨가한 후 시간 경과에 따른 변화를 살펴보았다. 본 연구는 저급한우갈비의 이용을 용이하게 하기 위해 건 양념에 키위, 배 등의 식물성 천연연화제를 첨가하여 저급양념한우갈비의 연도 개선 효과를 알아보고, 품질개선제를 첨가하여 품질개선 효과를 알아보고자 실시되었다.

K0.1(키위분말 0.1%), K0.3(키위분말 0.3%), K0.5(키위분말 0.5%)를 첨가한 양념갈비의 MFI value는 각각 341.43 ± 2.98 , 368.31 ± 10.95 , 405.10 ± 5.82 로 첨가량이 증가할수록 MFI value가 증가하였으며($P < 0.001$), P0.5(배분말 0.5%), P1.0(배분말 1.0%), P3.0(배분말 3.0%)를 첨가한 양념갈비에서도 첨가량이 증가할수록 MFI value가 증가하였다. 하지만, 배분말의 경우 갈비중량당 3.0% 정도 첨가시 확실한 연육효과가 기대되며, 배분말이 3.0%를 초과할시 더 큰 연육효과는 기대되지만, 갈비표면적보다 배분말의 부피가 역전되어 실효성이 없을 것으로 판단된다. 품질개선제로 CS(Polymix-CS)를 첨가한 경우 0.3% 수준 이상 첨가시 연육효과가 있었고, CS0.3과 CS0.5 처리구에서는 비슷한 MFI value를 나타내었다.

보수력(WHC)을 알아본 실험에서는 키위분말, 배분말 모두 첨가량이 증가할수록 보수력이 저하되었는데($P < 0.001$), 이러한 현상은 키위의 actinidin의 활성과, 배의 protease 성분으로 기인된 것으로 사료된다. 반면, 품질개선제를 첨가한 CS0.1, CS0.3, CS0.5 처리구에서는 첨가량이 증가할수록 보수력이 증가하였다. Drip loss의 경우는 보수력과 마찬가지로 키위분말과 배분말은 첨가량이 증가할수록 drip loss도 증가하였고, 반대로 품질개선제는 첨가량이 증가할수록 drip loss가 감소하는 경향을 보였다.

Meat color는 양념과 혼합처리시 L^* -value의 측정결과는 배분말 처리구에서 control과 유사한 값을 보였고, a^* -value는 키위분말 0.1~0.3%, 배분말 0.5~1.0%, CS 0.3~0.5 수준의 첨가시 control 보다 향상된 값을 보였다. 하지만, 양념갈비의 육색은 양념중 약 70%를 차지하는 설탕과 마늘 등으로 인한 심한 변색으로 첨가제의 첨가로 인한 육색의 안정 및 향상은 힘들 것으로 보인다.

관능검사의 경우 양념과 혼합처리시 Juiciness($P < 0.01$), Tenderness($P < 0.001$), Acceptability($P < 0.001$) 항목에서 K0.3과 CS0.5 처리구가 전체적으로 높은 관능 수치를 나타내었으며, 배분말 중에서는 P3.0 처리구가 가장 높은 Acceptability를 나타내었다. 또한 기타 항목에서는 갈비양념 성분으로 인해 유의차가 없었던 것으로 생각

되며, 전체적으로 Acceptability는 Tenderness, Juiciness와 밀접한 관계가 있음이 확인되었다.

본 실험에서 천연연화제로 사용한 키위분말과 배분말은 모두 식육연육효과를 가지고 있는 것으로 확인되었으며, 혼합인산염을 통한 품질개선효과도 확인하였다. 특히 키위는 적은 양으로도 연육효과가 있어, 앞으로 저급한우갈비에 효과적인 사용이 기대된다. 키위 0.5%정도와 인산염 0.2%정도를 혼합사용시 경제적인 면과 연도 증진효과에 우수하고 72시간 정도까지 우수한 품질을 보인다.

2. 활용에 대한 건의

천연과일을 이용한 연화제 제조와 품질 개선제의 사용은 식육산업에 있어서 중요한 위치를 차지하게 될 것이다. 이런 연화제와 품질 개선제의 대중적 이용은 여러 곳에서 쉽게 사용될 수 있을 것이다. 또한 이런 연화제와 품질 개선제는 앞으로 유익하게 활용될 것이다.

SUMMARY

I .Title

Development of manufacturing technology of seasoned meat products with low quality
Korean beef rib

II.Objectives and Rationales

1. objectives of the study

The objective of this study was to develop tenderizers from kiwi fruits.
to develop the quality of the low-grade seasoned Hanwoo ribs by natural
tenderizers and phosphates in South Korea.

2. Rationales of the study

Due to the lack of knowledge regarding natural tenderizers and phosphates
made it difficult for its application to the meat industry in South Korea, the
low-grade seasoned hanwoo ribs were found to be incompetent. Therefore, We
can develop the quality of the product by increasing the concentration of natural
tenderizers and phosphates.

III. The contents and scope of the study

The following methods like cold storage packing methods and its quality changes
were conducted until the time of purchase.

Microbiological properties, Sensory evaluation, and Chemical properties were
observed by Vacuum packing, gas packing, and air-born microorganism packing.

The reaction of garlic with Myoglobin to some physical properties particularly the meat color has been studied to maintain Oxymyoglobin levels.

Tenderizers and phosphates which contain vegetable protease, an enzyme which makes meat soft tender and juicy were mixed with the meat to determine the low-grade hanwoo ribs' tenderness and tastes.

The ultimate goal of this study to be able to know the side effects and the perfect condition of the meat.

IV. Results and recommendation for application

1. Results

It has been maintained the same quality, while samples were stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. TBA value were showed the following results as $0.12\pm 0.03 \sim 0.60\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg by aerobic packaged, $0.23\pm 0.02 \sim 2.69\pm 0.14$ mg malonaldehyde/kg by MAP and $0.17\pm 0.01 \sim 0.51\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg by vacuum packaged. VBN value were showed the following results as $7.84\pm 0 \sim 24.17\pm 2.41$ mg/100g by aerobic packaged, $8.12\pm 0.43 \sim 16.52\pm 1.01$ mg/100g by MAP and $0.17\pm 2.54 \sim 21.84\pm 0.48$ mg/100g by vacuum packaged. pH were showed the following results as $5.14 \sim 6.62$ by aerobic packaged, $5.69 \sim 6.59$ by MAP and $5.14 \sim 6.60$ by vacuum packaged. Aerobic packing's L value brought $33.86\pm 0.97 \sim 37.87\pm 4.08$, a value brought $15.14\pm 5.55 \sim 22.22\pm 4.76$ and b value brought $6.77\pm 1.67 \sim 8.45\pm 1.36$ MAP L caused the value of $33.32\pm 1.42 \sim 39.58\pm 4.08$, a caused the value of $5.92\pm 0.16 \sim 15.26\pm 0.60$ and b caused the value of $5.80\pm 0.58 \sim 9.13\pm 0.74$ Vacuum packaged L caused the value of $33.27\pm 2.34 \sim 40.67\pm 1.83$, a caused the value of $12.60\pm 0.92 \sim 19.73\pm 2.50$ and b caused the value of $5.56\pm 0.30 \sim 9.58\pm 0.81$ It didn't make much difference in amount of total bacteria. e-coli didn't exist at all. psychrotrophic bacteria counts remained almost same. MFI value increased a little. It ha been experimented to know that which ingredient was most effected by salt, unrefined sugar, semi-refined sugar, refined sugar, black pepper, ground

garlic, mixed oil..

The study was carried out to determine their tenderness improving effect when natural tenderizers such as kiwi and pear or phosphates were added to the low-grade seasoned Hanwoo ribs.

To seasoned ribs, 0.1%, 0.3% or 0.5% of kiwi powder was added and their MFI(myofibrillar fragmentation index) values were 341.4, 368.3 and 405.1, respectively. As the amount of kiwi increased, MFI value increased($P<0.001$). Also, when 0.5%, 1.0% or 3.0% of pear powder was added to seasoned ribs, their MFI values were increased as the amount of pear powder increased. It required 3% per kg for pear powder to have a concrete tenderizing effect on ribs. When pear powder was added in excess of 3%, the tenderizing effect on ribs was high. However, the volume of pear powder was too big to cover the whole area of the rib, making it unpractical. Phosphates over 0.3% resulted in the tenderness improving effect.

As the amount of kiwi and pear powder added increased, the water-holding capacity(WHC) decreased($P<0.001$). On the other hand, as the amount of phosphates added increased, WHC increased. In the case of drip loss, as the amount of kiwi and pear powder increased, it increased. However, it was decreased as phosphates increased. As for meat color, L-value of pear treatment group was similar to that of control and a-value was increased more in 0.1~0.3% kiwi powder, 0.5~1.0% powder and 0.3~0.5% phosphates than control. But meat color of seasoned ribs was changed by the presence of sugar and garlic in the seasonings.

With sensory evaluation, kiwi 0.3% and phosphates 0.5% groups showed highest values of juiciness($P<0.01$), tenderness($P<0.001$) and acceptability($P<0.001$) among treatments. Within pear groups 0.3% group gave the highest acceptability.

The results from this experiment suggested that kiwi and pear powder could be used as a natural tenderizer to improve the tenderness of low-grade ribs while phosphates could be used to improve the quality of the seasoned ribs.

The best condition was seen by that range in 0.5% and phosphate 0.2% after 72

hours. Especially, kiwi showed such a tenderizing effect even in small amount that it would be used effectively to improve the tenderness of low-grade Hanwoo ribs.

2. Recommendation

Manufacturing the natural tenderizers, phosphates and the seasoning can be applied in fields in near future. These products are going to distribute to market easily and utilization of kiwi can be improved. Manufacturing methods of the natural tenderizers, phosphate and the seasoning were advantaged.

CONTENTS

I. Outlines of the Project	12
1. Objectives of the Project	12
2. Necessities of the Project	12
3. Scopes of the Project	16
II. R & D Status in Domestic and Overseas	18
1. Status in Domestic	18
2. Status in Overseas	19
III. Contents of the Project and Its Results	22
1. Evaluation of the shelf life by quality change analysis on packing method during cold storage of seasoned rib	22
2. Development meat color stabilizing technology of seasoned Hanwoo rib during distribution period	35
3. Effect of tenderizer and quality enhancer on quality improvement of Hanwoo rib	60
4. Development of optimal condition with either tenderizer, quality enhancer alone or both mixed	76
IV. Goal Accomplishment and Subsequent Contributions	108
V. Application Plan of the results	109
VI. Overseas Information on Science and Technology during the Project Years	110
VII. References	111

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	12
제1절 연구개발의 목적	12
제2절 연구개발의 필요성	12
제3절 연구의 범위	16
제 2 장 국내외 기술개발 현황	18
제1절 국내현황	18
제2절 국외현황	19
제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	22
제1절 양념 갈비의 냉장 저장 중 포장 방법에 따른 품질 변화 조사 분석을 통한 유통기간 확립	22
제2절 양념한우갈비의 유통과정 중 육색 유지 기술 개발	35
제3절 저급 한우갈비의 품질 개선을 위한 연화제 및 품질개선제의 효과	60
제4절 연화제 및 품질개선제의 혼합사용 최적 조건 개발	76
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도	108
제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획	109
제 6 장 연구 개발 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보	110
제 7 장 참고문헌	111

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

양념 한우갈비의 저장 중 품질 변화의 조사를 통하여 유통기한 설정을 통한 위생적 식품유통과 양념으로 사용된 마늘에 의한 육색의 변화를 방지할 수 있는 기술을 개발하여 소비자들의 불만을 해소하고, 저등급의 한우갈비를 이용하여 연도 및 식감을 개선시킬 수 있는 연화제 및 품질개선제의 개발 및 최적 조건 설정으로 부가가치를 향상시켜 양념육 제조 중소기업의 고충 해소 및 이익 증대에 그 목적이 있다.

제 2 절 연구개발의 필요성

국내에서는 외국과는 달리 갈비에 대한 소비 선호도가 높음에도 불구하고 갈비에 대한 분석이 전무한 상태이며, 갈비에 사용되는 양념류의 품질이 일정하지 못하여 품질 개선에 많은 어려움을 겪고 있다. 양념류 중 간장 등의 양념액을 사용한 양념갈비의 경우, 소비자들이 신선한 갈비를 사용하는지 여부에 대한 정보를 얻을 수 없기 때문에 기피하며, 이에 따라 간장을 제외하고 건 양념을 이용한 갈비에 대한 선호도가 높아지고 있다. 하지만, 건 양념을 사용한 경우 양념한우갈비의 유통과정 중 색갈이 선홍색을 유지하지 못하고 갈색으로 변색이 심하여 소비자의 기호도가 낮으며, 특히, 양념이 많이 부착된 표면에서 심한 변색이 나타나 역시 소비자들이 기피하는 경향을 보인다. 또한 국내에서 사용되는 양념류(소금, 설탕, 마늘 등)와 양념육의 육질 특성의 변화에 대한 품질 정보가 매우 부족하여 양념갈비육의 품질개선에 어려움이 있다. 외식산업의 증가하고 특히 외식산업이 육류위주로 이루어짐과 더불어 우리나라에서의 연육제 사용은 암암리에 증대되고 있다.

1. 기술적 측면

국내에서는 외국과는 달리 갈비에 대한 소비 선호도가 높은 데도 불구하고 갈비에 대한 분석이 전무한 상태이며, 또한 갈비에 사용되는 양념류의 품질이 일정하지 못하여 품질 개선에 많은 어려움을 겪고 있다. 양념류중 간장등 양념액을 사용한 양념갈비의 경우, 소비자들이 신선한 갈비를 사용하는지 그렇지 못한지에 대한 정보를 얻을 수 없기 때문에 기피하며, 이에 따라 간장을 제외하고 건양념을 이용한 갈비에 대한 선호도가 높아지고 있다. 하지만, 건양념을 한 경우 한우양념갈비의 유통과정 중 색깔이 선홍색을 유지하지 못하고 갈색으로 변색이 심하여 소비자의 기호도가 낮으며 특히, 양념이 많은 부착된 갈비 표면에서 심한 변색이 나타난다. 따라서, 유통과정 중 이러한 변색에 의한 품질의 변화와 유통 저장중의 각종 양념과 근육 내 myoglobin과의 반응에 대한 과학적인 조사 연구가 필요하다.

또한 국내에서 사용되는 양념류(소금, 설탕, 마늘 등)와 양념육의 육질 특성의 변화에 대한 품질 정보가 매우 부족하여 양념갈비육의 품질개선에 어려움이 있다. 따라서 주로 사용되는 국내산 양념류와 이러한 양념류가 변색 등 양념갈비의 품질특성에 미치는 효과에 대한 분석이 식육산업계에서 시급한 과제로 대두되고 있다.

한편, 저급 한우의 경우 육질이 좋지 않아 고급육에 비해 상대적으로 근내지방도가 낮고 다즙성도 낮기 때문에 육질이 좋지 않게 느껴지기 때문에 한우저급갈비를 활용한 상품화에 많은 제약이 따르고 있어 연도 및 다즙성 등의 품질 특성을 증진시켜 부가가치를 높일 수 있는 현장 중심의 기술개발이 요구되고 있다.

2. 경제·산업적 측면

쇠고기에 대한 수입이 2001년 1월 1일부터 완전 개방됨에 따라 외국산 고급우육이 수입되어 국산 한우에 대한 소비가 위축될 우려가 많다. 표1을 보면 2000년 한우 등급별 경락가격 추이를 나타내고 있는데, B1+등급의 경우 약 12,000원 정도인데 반하여, 3등급은 9,000원, 등외 등급은 4,000 ~ 6,000원 선으로 나타나, 1+등급과 등외등급간에는 약 3배의 차이가 나타난다. 국내 한우의 경우 3등급판정을 받은 한우는 전체의 약 41%, 등외등급 판정을 받은 한우는 약 1%이다. 따라서 이런 저등급 한우를 보다 연하고 다즙성이 높게 할 수 있다면 경제적으로 대략 연간 210억원의 부가가치를 발생시킬 수 있기 때문에 산업·경제적 측면에서도 연구가 필요하다.

표 1. 2000년 한우 등급별 경락가격 추이

(단위:원/kg)

등급	00.1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
B1 +	12,614	12,088	12,142	11,738	11,813	11,573	12,031	12,288	12,403	12,746	12,485	12,229
B1	11,812	11,234	10,793	10,625	10,839	10,527	11,048	11,287	11,495	11,910	11,550	11,510
B2	10,856	10,004	9,394	9,032	9,633	9,638	10,075	10,466	10,642	10,912	10,773	10,485
B3	9,400	8,635	7,924	7,514	8,078	8,051	8,552	8,847	8,980	9,485	9,507	9,105
등외	6,558	5,476	4,818	5,185	6,015	5,240	4,955	4,743	4,107	5,318	5,091	4,480
평균	10,487	9,461	8,873	8,469	9,184	9,151	9,401	9,924	10,051	10,643	10,553	10,167

※ 농협서울공판장 자료 참고

표 2. 주요부위별 수입단가(2000년 7월기준)

구분	미국산(원/kg)					호주산(원/kg)				국산육 3등급 (원/kg)
	CIF		관세 및 기타	계	CIF		관세 및 기타	계		
	\$	원			\$	원				
냉장	채끝	-	-	-	-	5.40	6,210	2,660	8,840	11,500
	목심	4.08	4,692	1,997	6,689	2.45	2,818	1,216	4,030	11,500
냉동	안심	3.17	3,646	1,561	5,207	-	-	-	-	19,000
	등심	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	목심	3.17	3,646	1,561	5,207	2.30	2,645	1,144	3,789	11,500
	갈비 (상)	4.93	5,670	2,405	8,075	2.70	3,105	1,335	4,440	12,500
	갈비 (하)	1.61	1,852	813	2,665	1.17	1,346	603	1,949	-
	앞다 리	2.61	3,002	1,423	4,425	1.95	2,243	976	3,219	13,500
	사태	1.20	1,380	617	1,997	1.45	1,668	737	2,405	11,500
	양지	2.13	2,450	1,062	3,512	1.49	1,714	756	2,470	13,500

※ 한국육류수출입협회 자료 참고

※ 보험료 CIF×110×1,707, C/L(CIF×0.17), 관세 41.2%, 통관수수료(CIF+보험료×1/100), 기타(42원/kg)

※ 국산육 축산유통정보(11월 20일) A3기준가격

또한, 수입되는 우육의 경우 대부분의 부위에서 국산 3등급 한우와 비교해서 더 낮은 가격을 보이고 있다. 외국산의 전면 수입개방은 국내산 한우육의 소비에 직접·간접적으로 영향을 미칠 수 밖에 없다. 따라서, 국내산 저급 한우갈비 양념육의 유통과정 중 변색방지와 연도등의 품질 향상 문제를 개선시켜 부가가치를 높인다면 우리나라 한우산업의 안정적이고 지속적인 발전에도 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

한국전통의 양념한우 갈비는 수출상품 품목으로 지금까지 일본의 바이어들의 상담이 꾸준히 이루어지고 있기 때문에 한우 양념갈비의 부가가치 기술개발이 이루어진다면 해외 시장의 부가가치가 높은 주력 수출 상품으로 자리잡을 가능성이 매우 높다고 판단된다.

과학적인 기술을 연계한 한우 양념갈비의 품질 특성향상에 대한 기술 개발 완료시 국내외 시장 확대가 가능하여 수입산 축산식품의 적극 대응할 수 있다.

3. 사회·문화적 측면

지방함량이 적고 부드러운 식감의 식육을 선호하는 현상은 젊은 세대들 사이에서, 그리고 여성들 사이에서 더욱 두드러지는데 저칼로리, 저지방, 저콜레스테롤 식품이 많이 선호되고 있다. 따라서 한우 갈비 중에서도 지방이 적은 저등급의 갈비를 소비자의 식문화에 부응하는 식감을 가질 수 있도록 연화제 등을 처리하여 품질을 개선해야 할 필요성이 있다.

전통적으로 한국에서 한우갈비는 소비자의 사랑을 받고 있지만, 가격이 비교적 고가이기 때문에 일반적으로 널리 소비되지 못하는 단점이 있어, 품질 특성 향상 기술 개선으로 저급 한우 갈비를 이용한 저가의 양념갈비를 생산함으로써 대중화시킬 수 있다고 생각되며 이는 한국 전통 식문화의 계승 발전에도 그 의의가 있다.

제 3 절 연구의 범위

1. 제 1 차년도

가. 문헌 조사 및 자료 수집

- 국내외 문헌 및 특허를 통하여 양념육의 저장 중 품질 변화와 육색의 변색 기작, 그리고 연화제 및 품질개선제에 대한 기초 자료 수집 분석을 통한 활용 가능성 조사하였다.

나. 냉장 저장 중 포장 방법에 따른 품질 변화 조사 분석을 통한 유통기간 확립

- 냉장 조건 : $0\pm 1^{\circ}\text{C}$
- 포장 조건 : 진공 포장, 가스 포장, 호기적 포장
- 품질 특성 분석 : 미생물(총균수, 내냉성균, 혐기성균), TBARS, VBN, pH, 육색, 전단력, 보수력, 관능검사(척도묘사분석)
- 유통기한 설정 : 미생물학적, 이화학적 및 관능적 품질 특성에 의한 회귀분석

다. 양념한우갈비의 유통과정 중 육색 유지 기술 개발

- 각종 양념이 육색에 미치는 효과 분석
- 마늘성분과 myoglobin의 반응 분석
- Oxymyoglobin의 유지 조건 분석 등 육색유지 기술 확립

2. 제 2 차년도

가. 식물성 천연연화제 개발

- 단백질 분해 기능을 보유한 각종 식물성 물질의 연화제로서의 가능성 규명

나. 품질개선제 개발

- 다즙성 및 식감 개선이 가능한 화합물의 사용 가능성 규명

다. 식물성 천연연화제와 품질개선제의 혼합사용 최적조건 개발

- 최적 배합조건 설정과 그 효과 규명

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내현황

국내에서 연구되어지는 식육에 관한 대부분의 연구들은 주로 등심을 이용하여 연구를 진행하고 있다(김일석 등, 1999; 김대곤 등, 1999; 이정일 등, 1998). 실제로 국내에서 주로 소비되는 부위는 돈육의 경우 삼겹살과 목살부위이고, 우육의 경우는 등심, 갈비 등이다. 부위에 따른 근육의 특성에 많은 차이가 있기 때문에 소비가 많은 부위에 대한 연구가 필요하다. 진공포장에 따른 저장중 우육 등심의 품질변화에 대한 연구가 보고되었고(문윤희 등, 1997; 문윤희 등, 1998; 박범영 등, 1998), 목심 및 우둔의 저장 중 품질변화에 대한 연구는 김영봉 등(1996)에 의해 보고되었다. 또한 채끝 부위를 이용한 연구결과는 이근택 등(1998)에 의해 보고되었다. 김일석 등(2000)은 국내에서 유통중인 수입산 우육등심과 국내산 우육등심의 품질을 비교 분석하였다. MAP를 이용한 연구결과는 국내에는 별로 없고, 주로 외국에서 많이 수행되었다.

육색은 소비자가 구매시에 식육을 선택하는데 가장 많은 영향을 미치는 요인중에 하나로서 매우 중요하다. 따라서 육색을 유지하기 위한 많은 연구들이 수행되었다. 박구부 등(2000)은 양과껍질성분이 프레스 햄에서 육색증진이 효과가 있다고 보고하였다. 하지만, 양념육의 육색변화에 대한 연구는 없으며, 국내의 경우 양념육의 소비가 점차로 증가하고 있기 때문에 이에 대한 연구가 시급하다.

우리나라에서 모든 식품에 가장 기초적인 양념소재로 널리 사용되고 있는 마늘(*Allium sativum* Linnaeus)은 양념갈비에 첨가되는 천연재료로서 고대로부터 널리 이용되어 왔다. 이런 마늘의 주요 성분은 allin이며 이 성분에 의해 항균력(Edward 등, 1985; Bolton 등, 1982; Deshpande, 1993), 항암작용(Austin, 1957; Nagabhushan, 1992; 손홍수 등, 1990; 황우익, 1990), 저혈당작용(Chi 등, 1982; 김송전, 1984), 동맥경화 예방(Kyoichi, 1986), 혈압강하(Rietz, 1993) 등의 약리효과에 대한 연구가 많이 진행되었다. 하지만, 이러한 성분들과 양념형태로 유통중인 식육과의 반응에 관한 연구는 거의 없고, 실제 유통중인 양념육에서 심하게 변색을 촉진하는 것으로 육안관

찰되고 있기 때문에 이들 물질에 의한 신선육의 품질특성 변화에 대한 연구가 필요하다.

식육의 주된 관능적 특성 중에 하나가 연도이다. 질긴 식육은 소비자들이 기피하여 연하고 부드러운 식육을 선호한다. 따라서, 소비자들은 조리하기 전에 식육의 연도를 증가시킬 목적으로 키위, 배 등을 넣는다. 이들 과일에는 단백질 분해 효소가 들어있어 식육단백질을 분해하여 식육을 더 연하게 하는 것으로 알려져 있다(최일신 등, 1996; 강병선 등, 1996). 하지만, 이들 과일을 이용하는 것은 일반적으로 전통적인 관습에 따라서 이용되고 있어, 보다 많은 연구가 필요하다.

제 2 절 국외현황

외국의 경우에도 식육에 대한 대부분의 연구는 등심을 중심으로 안심, 가금육 등을 위주로 연구되어 지고 있으며, 갈비육을 이용한 연구결과는 매우 미미하다. Venugopal 등(1993)은 진공포장과 가스 포장된 신선우육의 혐기성 미생물에 대한 연구 결과를 보고하였다. Luno 등(1998)은 진공포장과 가스포장을 이용하여 스테이크의 저장기간 증가에 대한 연구를 수행하였다.

Buys 등(2000)은 가스포장과 비타민 E의 첨가와 미생물 수준이 육색에 미치는 효과에 대한 연구를 수행하였고, Houben 등(2000)도 비타민 E의 첨가와 지방수준과 포장방법이 육색과 지방산화에 미치는 효과에 대해 연구하였다. 스페인 소의 품종에 따라 진공포장/가스포장을 한 후 육색 안정화 정도를 보고하기도 하였다(Insausti 등, 1999).

쇠고기(Buton et al., 1973a, 1973b)와 돼지고기(Dransfield et al., 1985)에 대한 pH와 연도와 상관관계를 조사한 결과를 보면 pH 5.7과 6.0 사이에서 가장 낮은 연도를 나타내는 것으로 보고되고 있다. 최근 연구에 의하면 등심내의 근내지방 정도가 클수록 연도가 증가하지만 근내지방 정도가 증가할수록 연도의 증가폭은 적어져 적은 정도의 근내지방에서 근내지방의 차이에 의한 연도의 변화가 높은 정도의 근내지방에서의 차이가 연도에 미치는 효과보다 더 크다고 하였다(Ramsey et al., 1990). 식육의 연도 증진을 위한 국외 연구에는 효소처리법(Koohmaraie et al., 1988), 절임법(marinading)(Rao & Gault, 1991), 압력처리법(MacFalane, 1985) 등이 소개되었다.

이론적으로 보수력은 육이 자체의 수분을 전체적으로 또는 부분적으로 保持할 수 있는 능력으로 정의된다. 그런데 정상육의 경우 근육의 pH는 도살후 강하하기 시작하여 최종 pH인 약 5.5까지 도달하며, 이 pH 강하는 단백질의 수분과의 결합력을 약화시키며 결과적으로 육의 보수력은 감소된다(Honikel, 1987). 처음 과학적 문헌에 보고된 보수력 측정방법은 1934년 Childs와 Baldelli가 개발한 압착(壓攢)법(press method)으로 그 후 이 방법은 Grau와 Hamm(1953)에 의해 변형 발전되었다. 그 후 과학의 발달로 인하여 다양한 보수력 측정방법들이 개발되었는데, transmission(Hart, 1962), 원심분리법(Buton et al., 1971), capillary volumeter method(Hofman, 1975), permittivity test(Grant et al., 1978), NMR 분광법(Lillford et al., 1980), imbibition test(Monin et al., 1981), 단백질용해성 이용법(Barton-Gade, 1984), 여과지흡수법(Kauffman et al., 1986a), bag drip method(Honikel, 1987), tensiometer method(Kim et al., 1994) 등이 그것이다.

압착법은 가장 먼저 개발된 보수력 측정방법으로 시료를(0.5~2.0g) 두 장의 여과지 사이에 위치시킨 후 압력을 가해 시료내 자유수의 양을 측정한다. 시료에 가하는 압력은 약 40kg 중(重)을 이용하거나(Grau & Hamm, 1953) 수동압착기(Wierbicki & Deatherage, 1958) 또는 Instron(Lee & Patel, 1984)을 이용한다. 유리되어 나온 수분은 직접 무게를 측정하거나 여과지의 젖은 부위의 면적을 계산하여 보수력을 구한다. 이 방법의 가장 큰 장점은 실험 수행시간이 3~4분 밖에 소요되지 않는다는 것이다. 반대로 단점으로는 시료의 크기가 작기 때문에 균일성이 부족하고, 수분증발에 의한 실험 오차가 발생할 수 있으며, 적용된 압력에 따라 결과가 다르다는 것이다(Trout, 1988). 그러나 이러한 단점에도 불구하고 이 방법은 냉장저장동안 육의 육즙손실을 측정할 수 있는 보편적 효과가 인정되었다(Scheper, 1975; Kauffman et al., 1986b). 우육의 측정에 있어 이 광학적 특성을 이용하기 위해서는 반드시 고려해야 할 점이 있는데, 사용한 빛의 파장, 근점유에서 발생하는 빛의 각도, 측정항목(산란율, 흡수율 또는 반사율) 및 육과 탐사침간의 접촉효과(coupling efficiency) 등이 있다(Kauffman et al., 1993). 넓은 기질 특성을 가지는 식물성 단백질 분해효소는 식육가공이나 노폐축육의 연화(Blanchard & Mantle, 1996), fish sauce의 숙성발효 등에 이용되고 있으며(Suh et al., 1996), 단백질가수분해물에 의한 각종 식품공업에 활용되고 있다. Kiwi fruit가 가지고 있는 단백질 분해효소는 산업적으로 육류의 연화제

로서 사용할 수 있으며, 나아가 단백질이 갖는 식품학적 기능성을 높이는 데에도 사용할 수 있다. 단백질은 용해도, 유화성, 기포성, 젤형성능 등 다양한 식품학적 기능성을 가지고 있으며(Phillips & Beuchat, 1980), 이러한 단백질이 갖는 고유의 기능성을 식품에 유용하게 이용할 수 있다. 인산염은 인체에 무해한 식품첨가제 (generally recognized as safe, GRAS)로 알려져 왔으며(Hamm, 1970), 특히 미국 농무성의 식품위생연구소가 육제품에 최대 0.5%까지 인산염의 첨가를 허용한 이후 (USDA-FSIS, 1982), 인산염의 첨가가 저소금 수준을 갖는 여러 육제품의 가공능력 및 저장성 등에 미치는 영향에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 양념 갈비의 냉장 저장 중 포장 방법에 따른 품질 변화 조사 분석을 통한 유통기간 확립

1. 실험재료

실험재료는 한우갈비를 이용하였다. 3~5번째 사이에 있는 갈비를 약 5cm 길이로 자른 후 갈비에 붙어 있는 갈비살을 얇게 잘라 편 후 포장하여 사용하였다.

포장은 호기성 포장, 가스포장, 진공포장을 이용하였다. 호기성 포장은 사각형의 플라스틱 재질(PP)의 틀에 갈비를 넣고 플라스틱 틀의 위부분에 PP 필름을 열에 의해서 접착시켜 수행하였다. 가스포장은 이산화탄소를 80%와 산소를 20% 충전하여 수행하였다. 진공포장은 진공포장기(MULTIVAC A300/16, Germany)를 이용하여 수행하였다.

2. 실험방법

가. 저장기간 및 저장온도

각각의 sample 즉, 호기성포장(A), 가스포장(B), 진공포장(C)의 저장기간은 모든 sample이 동일하게 1일차부터 28일차까지로 하고, $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 실험을 수행하였다. 저장 중 온도변화는 온도기록계(thermocouple)를 이용하여 저장 전 기간 동안 자동 기록하였다.

나. 지방산패도(TBA)

시료의 저장중 지방산패도를 조사하기 위해서 TBA는 Witte(1970)의 방법을 이용하여 TBA extraction method로 측정하였다. Thiobarbituric acid를 첨가하여 암실에서 15시간 발색시켜 UV-VIS spectrometer를 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

다. 휘발성 염기태 질소(VBN)

시료의 저장중 단백질의 산패정도를 조사하기 위하여 휘발성 염기태 질소를 Conway법(高坂, 1975, 1991)을 이용하여 측정하였다. 고기 시료 10g을 증류수 약 30ml을 첨가하고 waring blender에서 약 2~5분간 균질화하여 전체 부피를 100ml로 맞춘 후 Whatmann #1을 이용하여 여과한다. 여과액 1ml(5~25 μ g의 N함유)를 conway 외실에 넣고, 내실에 0.01N붕산(H_3BO_3) 1ml과 conway 시약(0.066% methyl red와 0.066% brome cresol green을 1:1로 혼합)을 약 2~3방울 넣고, 뚜껑과 접착부분에 글리세린을 바르고 뚜껑을 완전히 닫은 후 뚜껑을 조금 열어서 탄산칼륨액(K_2CO_3 50g을 증류수 100ml에 용해시킨후 상층액을 취한것)을 1ml을 재빨리 외실에 넣고 밀폐시킨다.③용기를 수평으로 회전시켜 외실의 용액이 잘 섞이도록 한 후 37 $^{\circ}C$ 에서 120분간 방치한다. 내실에 붕산용액을 0.02N 황산용액으로 적정한다.

고기시료를 S g, 공시험 측정치를 b ml, 본시험 적정치 a ml, 0.02N H_2SO_4 의 표준화 기수를 f라고 할 때

$$\text{휘발성염기태질소 } mg\% (mg/100g\text{시료}) = \frac{(a-b) \times f \times 0.02 \times 14.007}{S} \times 100 \times 100$$

라. pH

pH는 포터블 pH 미터(Benchtop pH/ISE meter 710A ORION, 미국)를 이용하여 측정하였다.

마. 육색

Chroma Meter(Model CR-210, Minolta Co., LTD., Japan)를 사용하여 CIE system의 $L^* a^* b^*$ 값을 측정하였다.

바. 미생물

1) 총균수

시료의 저장중 미생물 조사는 APHA(1985)의 Swab method를 수정하여 이용하였다. 식육의 표면에 10cm²의 template를 대고 멸균시킨 면봉을 0.1% peptone수에 적신 후, 가로와 세로 각각 10회 문지른 다음, 0.1% peptone수에 넣어 일정한 비율로 희석하였다. 총균수는 희석액을 Aerobic Count Plate Petrifilm(Microbiology Products 3M Health Care, USA; AOAC, 1995)에 1ml를 접종하여 35℃에서 2일간 배양한 후 균락수를 계수하였다.

2) 대장균균수

E. coli Count Plate Petrifilm(Microbiology Products 3M Health Care, USA)을 이용하여 35℃에서 2일간 배양한 후 기포가 발생된 개체를 계수하였다.

3) 내냉성균수

내냉성균수의 측정은 총균수와 동일한 방법으로 APHA(1985)의 Swab method를 수정하여 이용하였다. 식육의 표면에 10cm²의 template를 대고 멸균시킨 면봉을 0.1% peptone수에 적신 후, 가로와 세로 각각 10회 문지른 다음, 0.1% peptone수에 넣어 일정한 비율로 희석하였다. 내냉성균수는 희석액을 Aerobic Count Plate Petrifilm(Microbiology Products 3M Health Care, USA; AOAC, 1995)에 1ml를 접종하여 25℃에서 2일간 배양한 후 균락수를 계수하였다.

4) 혐기성균수

혐기성균수의 측정은 총균수와 동일한 방법으로 APHA(1985)의 Swab method를 수정하여 이용하였다. 식육의 표면에 10cm²의 template를 대고 멸균시킨 면봉을 0.1% peptone수에 적신 후, 가로와 세로 각각 10회 문지른 다음, 0.1% peptone수에 넣어 일정한 비율로 희석하였다. 혐기성균수는 희석액을 Aerobic Count Plate Petrifilm(Microbiology Products 3M Health Care, USA; AOAC, 1995)에 1ml를 접종하여 anaerobic jar에 넣고 수소와 이산화탄소가 발생하는 generator(Gas Pak Plus. BBL Company, USA)를 이용하여 내부에 존재하는 산소를 제거한 후 35℃에서 2일간 배양한 후 균락수를 계수하였다.

사. MFI

시료의 저장중 MFI측정은 Hopkins 등(2000)의 방법을 이용하였다. 0.5g muscle sample을 30ml buffer(0.1M KCl, 1mM EDTA[disodium], 1mM sodium azide[NaN₃], 25mM potassium phosphate[pH 7.0, 4-5℃, 7mM KH₂PO₄, 18mM K₂HPO₄]를 넣고 15,000rpm에서 30초 균질한 후 30초 쉬고 다시 30초 동안 균질한다(0℃ 유지). 1mm의 mesh strainer를 이용하여 결체조직을 제거(10ml의 buffer로 washing)하고 1,000g에서 10분간 2℃에서 원심분리시킨다. 상층액을 제거한 후 10ml buffer를 첨가하여 잘 흔들어준다. 이과정을 3회 반복한다. Bio Rad DC Assay kit를 이용하여 단백질 농도 측정하여 0.5mg/ml의 농도로 sample을 희석한 후 540nm에서 UV-VIS spectrometer로 흡광도를 측정한 후 측정치에 150을 곱하여 MFI 산출한다.

아. 통계 분석

통계 분석은 SAS(1995) program을 통해 분산분석과 Duncan의 Multiple range test로 처리간 결과의 차이를 분석하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 저장기간 및 온도변화

저장고의 온도 변화는 1일차부터 28일차까지 자동 기록하였으며, 저장 전기간동안 저장 온도는 $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지되었다. 따라서 저장기간 동안 온도편차에 의한 품질변화는 거의 없었을 것으로 사료된다.

나. 지방산패도(TBA)

TBA는 지방 산패 정도를 측정하는 방법으로 지방 산화에 의해서 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 분광광도계를 이용하여 측정하는 방법이다.

본 실험의 저장 중 TBA는 호기포장인 A의 경우 $0.12\pm 0.03 \sim 0.60\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg, 가스포장인 B의 경우 $0.23\pm 0.02 \sim 2.69\pm 0.14$ mg malonaldehyde/kg, 진공포장인 C의 경우 $0.17\pm 0.01 \sim 0.51\pm 0.05$ mg malonaldehyde/kg의 TBA를 나타내었으며, 모든 sample의 저장기간 중 TBA는 높은 유의차($P < 0.001$)를 나타냈다. 저장 기간별 각 sample의 TBA는 1일차의 경우에만 A, C와 B의 유의차가 나타났다($P < 0.05$). 4일차~28일차에는 모두 A, C와 B에서 $P < 0.001$ 의 높은 유의차를 보였다. Fig. 1에서 보는바와 같이, B의 TBA가와 A, C의 TBA가는 현격한 차이를 보이고 있다.

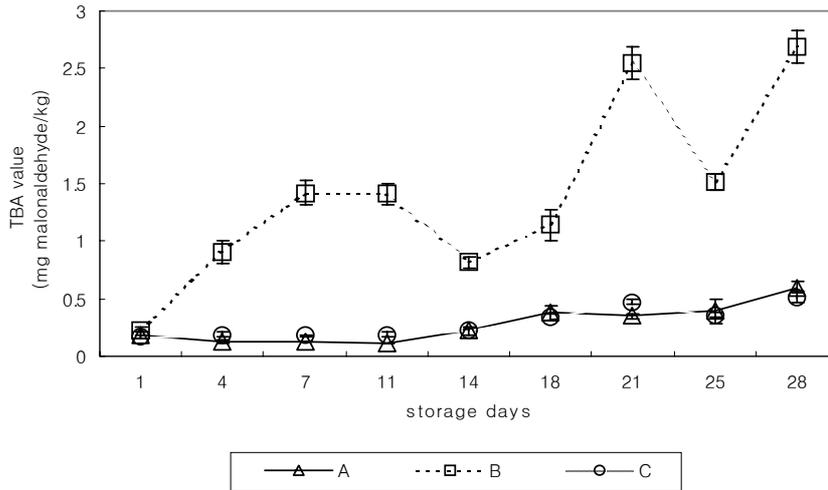


Figure 1. Effects of packaging methods on TBARS of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaged, B: MAP, C: Vacuum packaged).

다. 휘발성 염기태 질소(VBN)

저장 중에 근육단백질이 아미노산과 그 외에 여러 가지 무기태 질소로 분해가 되는데 이는 단백질의 가수분해에 따른 아미노산과 펩타이드의 증가에 의해서 휘발성 염기태 질소가 증가한다. 이 뿐만 아니라, adenosyl monophosphate(AMP)의 분해에 따른 암모니아의 생성과 nucleotide의 증가에 의해서도 영향을 받는다.

본 실험의 저장 중 VBN가는 A의 경우 $7.84 \pm 0 \sim 24.17 \pm 2.41$ mg/100g, B의 경우 $8.12 \pm 0.43 \sim 16.52 \pm 1.01$ mg/100g, C의 경우 $10.17 \pm 2.54 \sim 21.84 \pm 0.48$ mg/100g의 VBN가를 나타내었으며, 모든 sample의 저장기간 중 VBN가는 높은 유의차($P < 0.001$)를 나타냈었다. 저장 기간별 각 sample의 VBN가는 1일차와 4일차, 11일차와 21일차에는 sample별 유의차가 없었으며, 7일차에는 C와 A, B가 $P < 0.001$ 의 유의차를 보였고, 14일차와 28일차에는 A, C가 B와 각각 $P < 0.001$, $P < 0.01$ 수준의 유의차를 보였다. 또한 18일차와 25일차에는 각각의 sample에서 $P < 0.001$ 수준의 높은 유의차를 보였다. Fig. 2는 저장기간별 각 sample의 VBN가를 그래프로 나타낸 것이다.

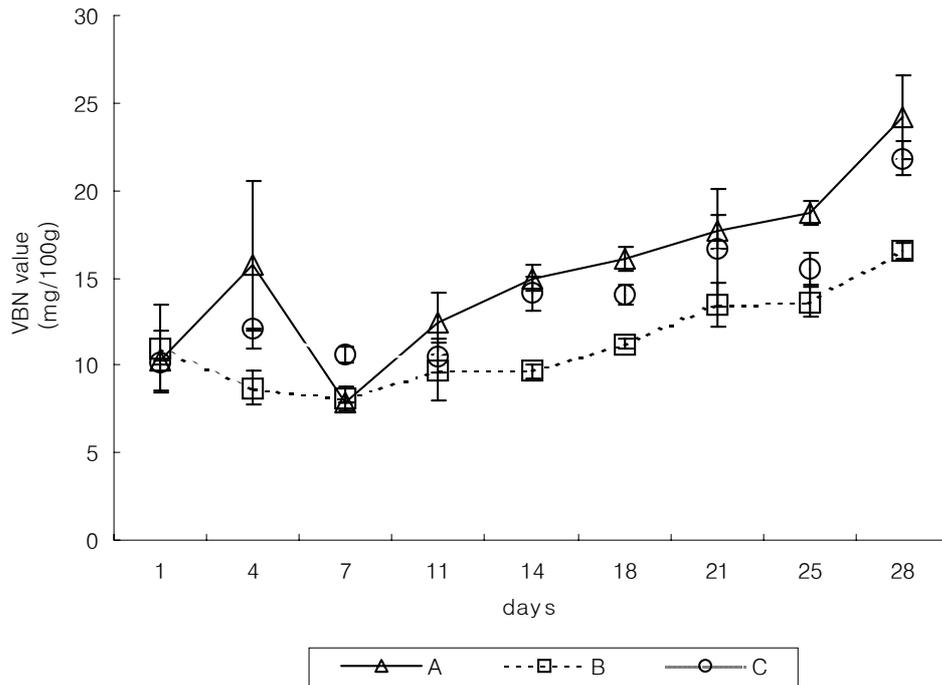


Figure 2. Effects of packaging method on VBN value of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

라. pH

Figure 3은 본 실험의 저장중 각 sample의 pH를 그래프로 나타낸 것이다. 저장 기간중 A, B, C의 pH는 각각 5.14~6.62, 5.69~6.59, 5.14~6.60으로 나타났다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 전체적으로 각 sample의 pH는 저장기간이 지남에 따라 서서히 높아졌다가 다시 내려감을 볼 수 있으며, 특히 B는 18일차부터 28일차까지 A, C보다 $P < 0.001$ 수준의 유의차로 pH가 높게 유지되었다.

마. 육색

본 실험의 저장기간 중 각 sample의 육색은 Table 1에서와 같이 나타났다. A의 경우 L값, a값, b값이 각각 $33.86 \pm 0.97 \sim 37.87 \pm 4.08$, $15.14 \pm 5.55 \sim 22.22 \pm 4.76$, $6.77 \pm 1.67 \sim 8.45 \pm 1.36$ 을 나타냈고, A의 L값, a값, b값 모두 저장기간 동안 유의차 없이 큰 변화를 보이지 않았다. B의 L값, a값, b값은 각각 $33.32 \pm 1.42 \sim 39.58 \pm 4.08$, $5.92 \pm 0.16 \sim 15.26 \pm 0.60$, $5.80 \pm 0.58 \sim 9.13 \pm 0.74$ 를 나타냈는데, L값의 경우에는 저장기간 동안 유의차가 없었으며, a값은 저장기간 중 $P < 0.001$ 수준의 유의차를 나타내며 서서히 그 측정값이 낮아지는 것을 볼 수 있었고, b값은 저장기간 중 $P < 0.01$ 수준의 유의차를 나타내며 약간 높아지는 것을 볼 수 있었다. C의 L값, a값, b값은 각각 $33.27 \pm 2.34 \sim 40.67 \pm 1.83$, $12.60 \pm 0.92 \sim 19.73 \pm 2.50$, $5.56 \pm 0.30 \sim 9.58 \pm 0.81$ 을 나타내었고, L값, a값, b값 모두 저장기간 중 $P < 0.001$ 의 유의차를 보였다.

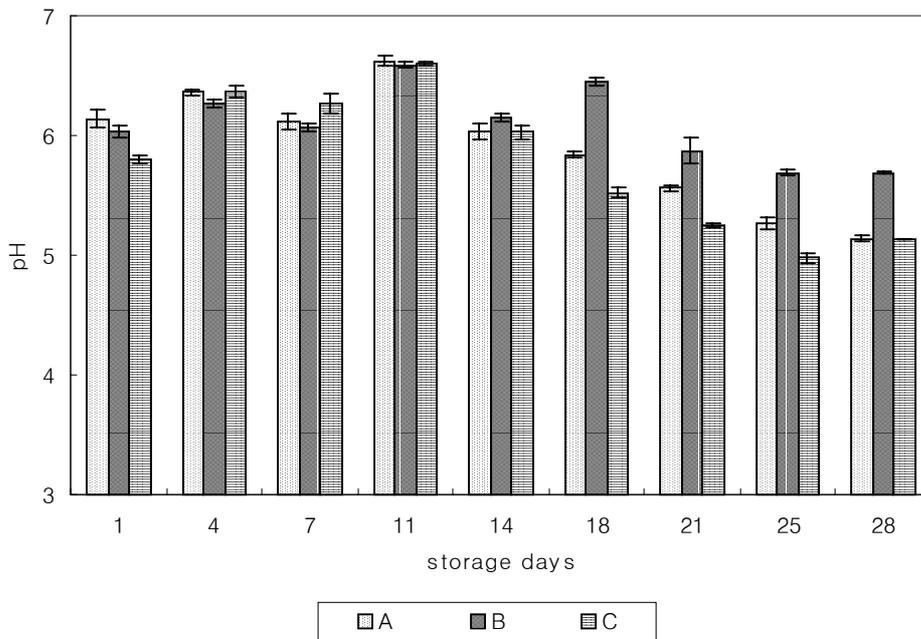


Figure 3. Effects of packaging method on pH value of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

Table 1. Effects of packaging method on meat colour(L*, a*, b*) of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

sample \ day		day									
		1	4	7	11	14	18	21	25	28	
A	L*	37.87 ±4.08	34.97 ±0.81	36.09 ±1.88	33.86 ±0.97	35.92 ±3.88	36.23 ±2.53	36.59 ±1.72	36.71 ±1.35	33.88 ±2.76	
	a*	16.40 ±1.57	20.83 ±1.11	19.21 ±0.77	22.22 ±4.76	19.31 ±1.65	15.14 ±5.55	19.44 ±3.21	18.97 ±0.71	17.73 ±2.02	
	b*	6.77± 1.67	7.97± 0.75	8.45± 1.36	6.36± 0.81	7.93± 0.68	7.90± 1.71	8.07± 0.84	7.77± 0.29	7.02 ±1.40	
B	L*	35.00 ±2.99	35.96 ±2.84	36.80 ±1.39	39.09 ±2.91	33.32 ±1.42	37.68 ±2.79	35.67 ±1.83	39.58 ±4.08	37.21 ±1.66	
	a* ²	13.41 ^a ±1.87	15.26 ^a ±0.60	10.31 ^b ±1.69	8.36 ^{bc} ±2.63	7.60 ^c ±0.29	8.53 ^{bc} ±1.60	5.92 ^c ±0.16	7.09 ^c ±1.25	6.18 ^c ±0.20	
	b* ¹	6.69 ^{cd} ±0.71	7.55 ^{abc} ±0.53	6.94 ^{bc} _d ±0.23	8.34 ^{ab} _c ±0.75	5.80 ^d ±0.58	8.25 ^{abc} ±0.56	8.00 ^{abc} ±0.97	8.36 ^{ab} ±1.79	9.13 ^a ±0.74	
C	L* ²	34.20 ^{cd} ±2.28	37.21 ^{bc} ±1.15	33.27 ^d ±2.34	40.67 ^a ±1.83	34.76 ^{cd} ±1.90	35.87 ^{cd} ±0.68	39.94 ^{ab} ±2.28	35.82 ^{cd} ±0.86	35.61 ^{cd} ±1.33	
	a* ²	12.60 ^c ±0.92	19.73 ^a ±2.50	16.03 ^b ±1.84	19.12 ^a ±0.86	19.40 ^a ±1.61	17.49 ^{ab} ±0.85	18.85 ^a ±1.34	18.22 ^{ab} ±1.02	17.36 ±0.05	
	b* ²	5.56 ^e ±0.30	8.73 ^{abc} ±0.97	6.00 ^e ±1.58	9.58 ^a ±0.81	7.92 ^{bcd} ±0.72	7.65 ^{cd} ±0.43	9.29 ^{ab} ±0.31	7.11 ^{de} ±0.57	7.02 ^{de} ±0.80	

^{a,b,c,d,e} Means±SE in the same row with different superscript are significantly different.

¹ P<0.01 ; ² P<0.001

저장기간별 각 sample의 L값, a값, b값의 비교에서는, L값과 b값의 경우 sample별 차이를 볼 수 없었으나, sample A, C와 sample B의 a값에는 모든 저장기간 동안 유의차(P<0.05~P<0.001)를 나타내었다.

바. 미생물

1) 총균수의 변화

본 실험의 저장기간중 각 sample의 총균수의 변화는 Figure 4에서와 같이 나타났다. A, B, C의 1일차 총균수는 각각 3.85±0.13 log₁₀CFU/cm², 3.91±0.14 log₁₀CFU/cm², 3.86±0.17 log₁₀CFU/cm²로 비슷한 수준을 나타내었으며, 28일차에서도 A, B, C의 총균수는 각각 6.50±0.17 log₁₀CFU/cm², 6.11±0.23 log₁₀CFU/cm², 6.40±0.22 log₁₀CFU/cm²로 역시 비슷한 수준으로 나타났다. 하지만, Figure 4에서 보듯이

11일차, 14일차, 18일차에서는 B의 경우 총균수가 각각 4.10 ± 0.17 , 4.91 ± 0.40 , $5.03 \pm 0.22 \log_{10}\text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 A, C의 같은 기간보다 유의적 차이($P < 0.01$)를 보이며 상대적으로 적은 수의 총균수를 보였다.

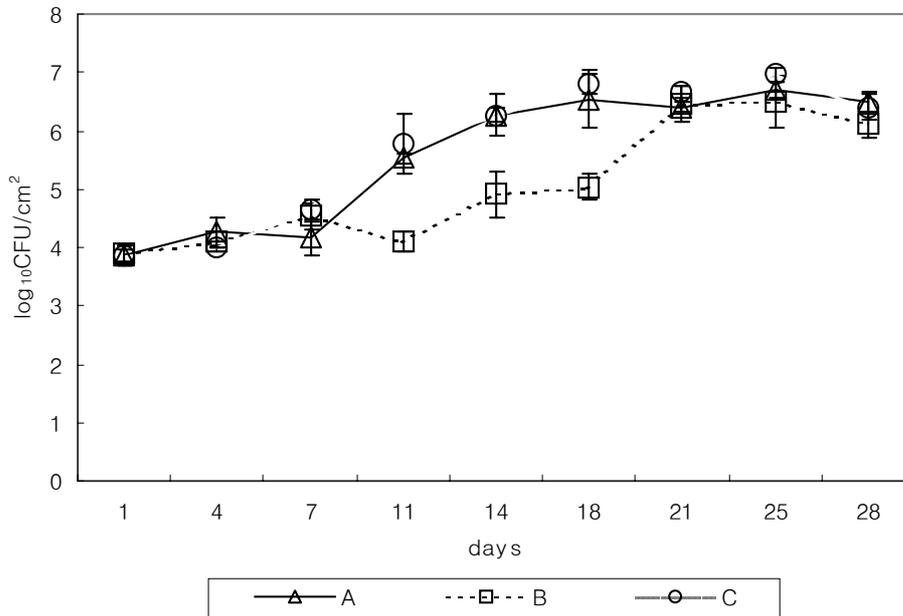


Figure 4. Effects of packaging method on total bacteria counts of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

2) 대장균수의 변화

본 실험의 저장 기간 중 각 sample의 대장균은 나타나지 않았으며, 대장균 균만 나타났다. A, B, C의 1일차의 대장균 군수는 각각 $1.29 \pm 0.20 \log_{10}\text{CFU}/\text{cm}^2$, $1.23 \pm 0.11 \log_{10}\text{CFU}/\text{cm}^2$, $1.14 \pm 0.12 \log_{10}\text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 비슷한 수준을 나타내었으며, 4일차, 11일차, 14일차에는 유의수준 $P < 0.05$ 로, 25일차, 28일차에는 유의수준 $P < 0.001$ 로 B가 A, C보다 적은 대장균 군수를 보였다(Fig. 5).

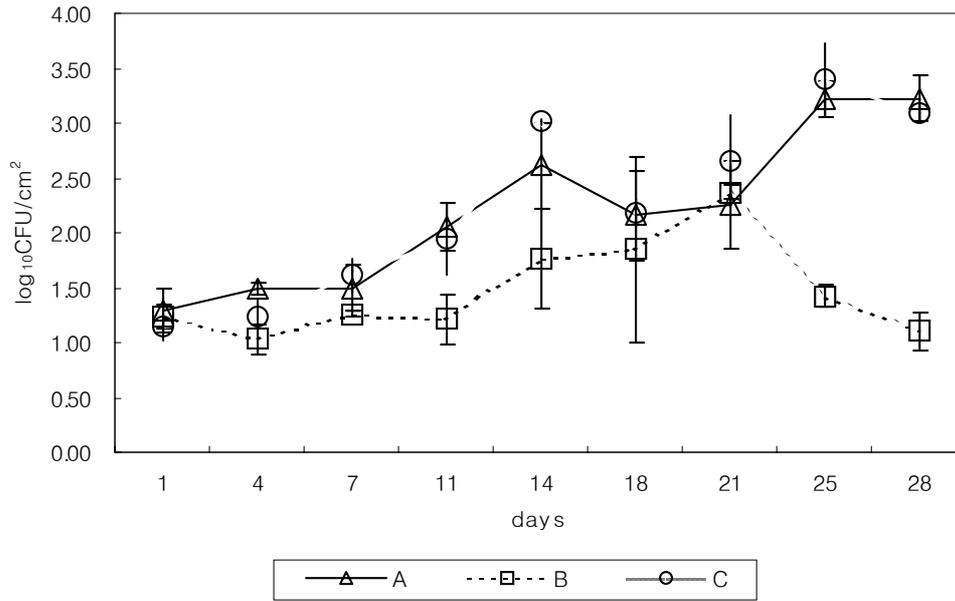


Figure 5. Effects of packaging method on coliform bacteria counts of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

3) 내냉성균수의 변화

본 실험의 저장 기간 중 각 sample의 내냉성균수는 Fig. 6에 나타내었다. A, B, C의 1일차의 내냉성균수는 각각 $4.35 \pm 0.06 \log_{10} \text{CFU/cm}^2$, $4.48 \pm 0.27 \log_{10} \text{CFU/cm}^2$, $4.32 \pm 0.11 \log_{10} \text{CFU/cm}^2$ 로 비슷한 수준을 나타내었으며, 28일차에도 각 sample의 내냉성균수는 비슷한 수준을 나타내었지만, 11일차, 14일차, 18일차에는 $P < 0.05 \sim 0.01$ 수준의 유의차를 보이며 B가 A, C보다 적은 수의 내냉성균수를 보였으며, 21일차에는 유의수준 $P < 0.001$ 을 보이며 B가 A, C보다 더 많은 내냉성균수를 보였다.

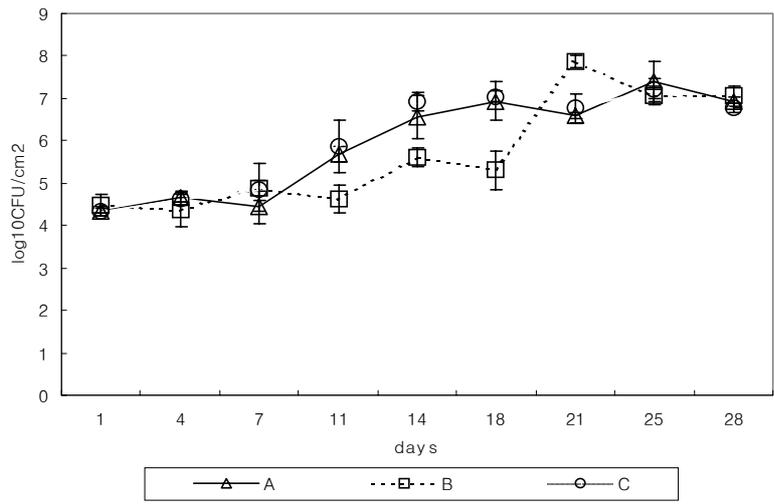


Figure 6. Effects of packaging method on psychrotrophic bacteria counts of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

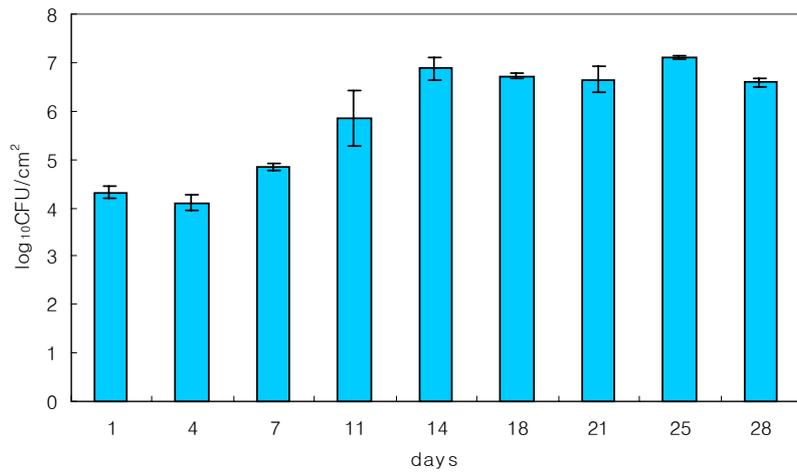


Figure 7. Effects of packaging method on anaerobic bacteria counts of vacuum packaged beef ribs with spices during storage.

4) 혐기성균수의 변화

본 실험의 저장기간 중 혐기성균수의 변화는 진공포장을 한 C에서만 측정을 하였으며, 그 결과는 Fig. 7에 나타내었다. 1일차에 $4.31 \pm 0.13 \log_{10} \text{CFU}/\text{cm}^2$ 를 나타내었고, 25일차에 $7.11 \pm 0.04 \log_{10} \text{CFU}/\text{cm}^2$ 로 가장 많은 혐기성균수가 측정되었다.

사. MFI(Myofibrillar Fragmentation Index)

본 실험의 저장기간 중 각 sample의 MFI값 측정 결과는 Fig. 8와 같다. 전체적으로 sample별 MFI값은 큰 차이를 보이지 않으나, 저장 18일차이후에 B가 A, C에 비해 MFI값이 현격하게 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 특히, 25일차와 28일차에는 높은 유의차($P < 0.001$)를 보이며 B의 MFI값이 낮게 측정되었다.

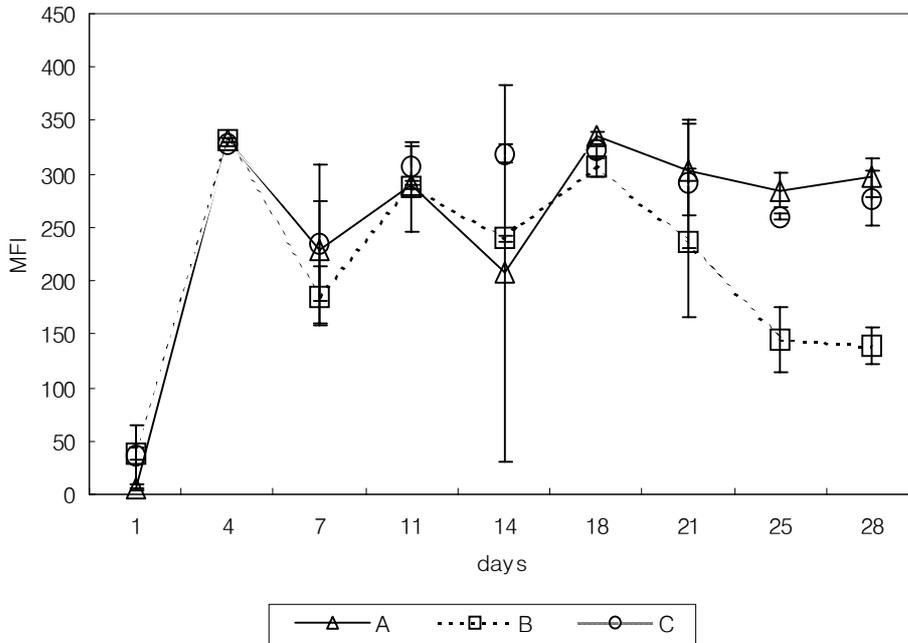


Figure 8. Effects of packaging method on MFI value of beef ribs with spices during storage(A: Aerobic packaging, B: MAP, C: Vacuum package).

제 2 절 양념한우갈비의 유통과정 중 육색 유지 기술 개발

1. 실험재료

가. 갈비

실험재료는 한우갈비를 이용하였다. 3~5번째 사이에 있는 갈비를 약 5cm 길이로 자른 후 갈비에 붙어 있는 갈비살을 얇게 잘라 편 후 사용하였다. 준비된 갈비는 건염 방법에 의해서 양념을 하였다. 양념에 사용된 것은 소금, 흑설탕, 황설탕(중백당), 백설탕(정백당), 후추, 마늘, 혼합유(참기름+옥배유)로서 양념 비율은 (주)그린식품에서 사용하는 비율을 이용하였다.

나. 마늘

시료로 사용된 마늘(*Allium sativum*)은 경북 의성에서 생산된 것으로 대형 슈퍼마켓에서 구입하여 사용하였다. 마늘 15g을 잘 씻은 후 분쇄하여 -70°C deep freezer(Ilshin Lab Inc., Korea)에서 급속 동결시킨 후, freeze dryer(Ilshin Lab Inc., Korea)를 이용하여 동결건조하였다. 동결건조된 마늘 분말을 ethanol(Merck KGaA, Darmstadt, Germany) 30ml과 증류수(Millipore S.A., Molsheim, France) 30ml를 각각 첨가하여 상온에서 24시간동안 진탕추출한 후 6000g, 4°C 에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 filter paper(Whatman No. 1, Whatman International Ltd, Maidstone, England)를 이용하여 여과하였다. Ethanol을 이용하여 추출한 것을 마늘 ethanol 추출액(GE_e)이라 하고, 증류수를 이용하여 추출한 것을 마늘 증류수 추출액(GE_d)으로 하였다.

2. 실험방법

가. 육색

고기시료의 육색은 Chroma Meter(Model CR-310, Minolta Co., LTD., Japan)를 이용하였다. 광원으로 CIE Illuminant C를 사용하여 L^* , a^* , b^* 값을 측정하였다. 육색이 측정되는 원형 부위의 직경은 5.2cm이었고, Minolta calibration plate($Y=94.3$, $x=0.3131$, $y=0.3194$)를 사용하여 calibration 하였다. 색차(ΔE)는 다음 식 [1]을 이용하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}} \quad [1]$$

측정된 a^* 와 b^* 를 이용하여 hue angle(Francis and Clydesdale, 1975)과 chroma value(Hunter and Harold, 1987)을 각각 다음 식 [2]과 [3]에 의해서 산출하였다.

$$Hue\ angle = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad [2]$$

$$Chroma\ value = \sqrt{a^2 + b^2} \quad [3]$$

나. Spectrum of myoglobin

Sigma로부터 구입한 myoglobin은 metmyoglobin 상태이기 때문에 여기에 $Na_2S_2O_4$ 을 첨가하여 reduced myoglobin을 형성시킨 후, 마늘 에탄올 추출액(GE_e)과 마늘 증류수 추출액(GE_d)을 각각 첨가하였다. 산화촉진제에 의한 변색인지 확인하기 위해 항산화제로 ascorbic acid를 첨가하였고, 마늘추출액내의 미량 광물질에 의한 산화촉진인지 확인하기 위하여 광물질 킬레이터로는 EDTA를 첨가하였다. 각 화학물질을 첨가한 후 시간별 wavelength scan을 UV/VIS Spectrophotometer (UVICON 942, Kotron Instrument, Italy)을 이용하여 수행하였다. Scan 간격은 1nm였고 scan 속도는 200nm/min, scan 범위는 200 - 800 nm이었다.

다. Metmyoglobin 분석

시료에서 myoglobin을 추출하기 위해 Kannan 등(2001)의 방법을 이용하였다. 시료 5g에 25ml 0.04M phosphate buffer(pH 6.8, 0°C)을 넣고 균질하여(20초) 4°C에서 1시간 방치한 후 5,000rpm에서 30분간 원심분리(4°C)한다. Whatman No. 1 filter paper로 여과한 후 UV/VIS Spectrophotometer(를 이용하여 525, 572, 700nm 흡광도 측정하여 다음 식을 이용하여 metmyoglobin 함량을 산출한다.

$$\% \text{ Metmyoglobin} = [1.395 - \frac{(A_{572} - A_{700})}{(A_{525} - A_{700})}] \times 100$$

라. 구연산과 옥수수유의 첨가에 의한 마늘의 변색 방지 효과

구연산은 0.5%, 1%를 제조하여 사용하였다. 구연산에 마늘을 침지하는 방법은 마늘을 8mm plate를 장착한 grinder를 이용하여 조분쇄한 후 그물망에 넣어 제조한 구연산 용액에 적정한 시간(5, 10, 20분)동안 침지하였다. 옥수수유에 의한 코팅은 마늘 중량의 10%의 옥수수유를 첨가하여 잘 혼합하여 사용하였다.

바. 통계 분석

통계 분석은 SAS(1995) program을 통해 분산분석과 Duncan의 Multiple range test로 처리간 결과의 차이를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 양념 갈비에 첨가되는 양념이 육색에 미치는 영향

양념 갈비 제조에 첨가되는 소금, 설탕(흑, 황, 백설탕), 후추, 마늘, 참기름과 옥배유중에서 어느 성분이 가장 육색에 영향을 많이 미치는 지를 알아보기 위해서 갈비에 각 양념 재료를 갈비 중량의 1%를 첨가한 후 시간 경과에 따른 변화를

살펴보았다. A는 갈비에 소금을, B는 흑설탕, C는 황설탕, D는 백설탕, E는 후추, F는 마늘, G는 참기름과 옥배유(1:1), H는 모든 재료를 혼합하여 갈비에 첨가하였다.

Table 2. Changes of CIE L* values of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h [*]	6 h [*]	15 h [*]	24 h ^{***}
Control ^{**}	^A 45.24±0.49	^B 42.54±0.55 ^{bc}	^B 43.14±0.79 ^{bc}	^{AB} 43.85±0.49 ^{abc}	^{AB} 43.85±0.61 ^{bc}	^A 45.22±0.47 ^{ab}
A [*]		^B 42.10±0.75 ^{bc}	^B 43.34±1.17 ^{bc}	^{AB} 45.34±1.42 ^{ab}	^{AB} 45.55±1.04 ^{ab}	^A 47.37±1.19 ^a
B ^{**}		^B 40.98±0.57 ^c	^B 42.17±0.64 ^c	^{AB} 42.73±0.70 ^c	^A 44.49±0.71 ^{abc}	^A 44.34±0.77 ^b
C		42.33±0.83 ^{bc}	43.75±0.34 ^{abc}	43.83±0.47 ^{abc}	43.98±0.61 ^{bc}	44.95±0.60 ^{ab}
D [*]		^B 41.31±0.68 ^{bc}	^A 43.32±0.71 ^{bc}	^{AB} 42.99±0.76 ^{bc}	^A 44.70±0.70 ^{abc}	^A 43.76±0.43 ^b
E		42.39±0.39 ^{bc}	43.24±0.58 ^{bc}	42.77±0.31 ^c	42.93±0.78 ^c	41.32±0.54 ^c
F		44.93±1.05 ^a	45.41±1.06 ^{ab}	45.61±0.88 ^a	45.87±0.85 ^{ab}	44.91±1.05 ^{ab}
G		45.29±0.80 ^a	45.94±0.88 ^a	45.65±0.77 ^a	46.84±0.84 ^a	44.91±1.01 ^{ab}
H		43.38±0.70 ^{ab}	43.62±0.47 ^{abc}	44.50±0.64 ^{abc}	45.98±1.03 ^{ab}	43.85±0.74 ^b

^{a,b,c} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 2는 CIE L*값의 변화를 나타낸 표이다. 설탕을 첨가한 처리구의 CIE L*값이 시간 경과에 따라서 증가하는 경향을 보였다. 특히, 흑설탕을 첨가한 처리구(B)가 가장 큰 변화를 나타내었다(P<0.05). 따라서, 설탕을 첨가하게 되면 제품의 백색도가 증가하여 전체적으로 밝은 느낌을 주는 것으로 사료된다.

Table 3. Changes of CIE a* values of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h ^{***}	6 h ^{***}	15 h ^{***}	24 h ^{***}
Control	17.87±0.59	17.29±0.60 ^{ab}	16.55±1.02 ^a	16.40±0.72 ^{ab}	15.69±0.92 ^a	14.53±1.04 ^{bc}
A		17.88±0.75 ^{ab}	17.08±1.07 ^a	16.54±0.87 ^{ab}	16.51±0.86 ^a	15.81±0.63 ^{ab}
B ^{***}		^A 16.54±0.46 ^b	^{AB} 15.34±0.48 ^{ab}	^{BC} 14.86±0.45 ^{bc}	^{AB} 16.00±0.36 ^a	^C 13.65±0.36 ^c
C		17.84±0.60 ^{ab}	16.69±0.56 ^a	16.00±0.64 ^{bc}	16.66±0.72 ^a	15.07±0.64 ^{bc}
D ^{**}		^A 18.75±0.85 ^a	^{AB} 17.52±0.62 ^a	^A 18.12±0.44 ^a	^{BC} 15.89±0.69 ^a	^C 15.22±0.84 ^{bc}
E		14.46±0.49 ^c	14.25±0.75 ^b	14.37±0.36 ^c	15.26±0.67 ^a	16.40±0.45 ^{ab}
F ^{***}		^A 9.74±0.52 ^d	^B 8.21±0.41 ^c	^C 7.00±0.24 ^d	^{BC} 7.12±0.36 ^b	^{BC} 7.60±0.30 ^d
G		16.04±0.81 ^{bc}	16.13±0.71 ^{ab}	16.57±0.63 ^{ab}	16.77±0.59 ^a	17.62±0.73 ^a
H [*]		^A 10.64±0.57 ^d	^B 8.83±0.63 ^c	^B 8.42±0.51 ^d	^B 8.20±0.62 ^b	^B 8.29±0.40 ^d

^{a,b,c,d} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B,C} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 3은 CIE a*값의 변화를 나타낸 표이다. CIE a*값은 적색도를 나타내는 것으로 시간 경과에 따라서 대부분의 처리구에서 감소하는 경향을 보였다. 하지만, 후추를 첨가한 처리구(E)와 참기름과 옥배유를 첨가한 처리구(G)에서 시간 경과에 따라서 증가하는 경향을 보였다. 또한, 마늘이 포함되어 있는 처리구 즉, F와 H는 a값이 다른 처리구에 비해 상당히 낮은 수준을 보였다. 분쇄한 마늘을 첨가한 처리구, F는 6시간까지 적색도가 감소하다가 그 이후에 증가하는 추세를 보였다. 이러한 적색도 변화의 영향으로 채도값도 비슷한 경향을 나타내었다.

Table 4. Changes of CIE b* values of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h ^{**}	6 h [*]	15 h	24 h ^{**}
Control	5.93±0.24	5.55±0.28 ^{ab}	5.48±0.36 ^{abcd}	5.72±0.27 ^{ab}	5.56±0.39	5.77±0.53 ^{abc}
A		5.52±0.29 ^{ab}	5.12±0.48 ^{bcd}	5.39±0.56 ^{abc}	5.29±0.40	5.23±0.46 ^{bc}
B ^{**}		^A 6.55±0.32 ^a	^{AB} 5.73±0.25 ^{abc}	^{AB} 5.71±0.35 ^{ab}	^A 6.44±0.32	^B 4.85±0.42 ^c
C		6.11±0.43 ^a	6.32±0.26 ^a	5.84±0.27 ^{ab}	6.02±0.20	5.55±0.22 ^{abc}
D		6.42±0.46 ^a	6.13±0.41 ^{ab}	6.29±0.29 ^a	5.80±0.42	5.32±0.33 ^{abc}
E [*]		^B 4.94±0.27 ^{bc}	^B 4.75±0.34 ^{cd}	^{AB} 5.24±0.28 ^{abc}	^A 5.85±0.29	^A 6.06±0.26 ^{ab}
F		4.95±0.29 ^{bc}	5.52±0.47 ^{abcd}	4.97±0.26 ^{bc}	5.57±0.43	6.40±0.36 ^{ab}
G		5.44±0.47 ^{abc}	5.59±0.23 ^{abc}	5.91±0.41 ^{ab}	6.41±0.35	6.49±0.41 ^a
H		4.41±0.27 ^c	4.44±0.27 ^d	4.45±0.32 ^c	5.17±0.40	4.65±0.27 ^c

^{a,b,c,d} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 4는 황색도를 나타내는 CIE b*값의 변화를 나타낸 표이다. 시간별, 처리구별 유의적인 차이가 나타나기는 하지만, 일정한 경향을 의미하지는 않았다.

Table 5. Changes of ΔE values of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h*	4 h*	6 h*	15 h	24 h***
Control	49.05±0.36	46.29±0.59 ^{ab}	46.62±0.90 ^{ab}	47.21±0.57 ^{ab}	46.95±0.90	47.93±0.72 ^{ab}
A		46.12±0.79 ^{ab}	46.96±1.25 ^{ab}	48.62±1.54 ^a	48.80±1.12	50.24±1.28 ^a
B*		^B 44.70±0.54 ^b	^B 45.26±0.64 ^b	^B 45.63±0.68 ^b	^A 47.74±0.68	^{AB} 46.66±0.81 ^{bc}
C		46.38±0.90 ^{ab}	47.28±0.37 ^{ab}	47.07±0.39 ^{ab}	47.47±0.55	47.78±0.53 ^{ab}
D		45.89±0.78 ^b	47.17±0.83 ^{ab}	47.10±0.82 ^{ab}	47.83±0.83	46.68±0.64 ^{bc}
E		45.08±0.51 ^b	45.83±0.65 ^b	45.44±0.37 ^b	45.98±0.82	44.89±0.59 ^c
F		46.28±1.00 ^{ab}	46.50±1.07 ^{ab}	46.42±0.89 ^{ab}	46.78±0.84	46.02±1.04 ^{bc}
G		48.41±0.92 ^a	49.06±0.87 ^a	48.97±0.79 ^a	50.19±0.96	48.72±1.06 ^{ab}
H		44.92±0.69 ^b	44.75±0.57 ^b	45.53±0.72 ^b	47.04±1.00	44.89±0.73 ^c

^{a,b,c} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

갈비의 ΔE 값이 Table 5에 나타나 있다. ΔE 값은 주로 CIE L*값의 영향을 많이 받아 설탕이 첨가된 처리구에서 다소 증가하는 경향을 보였다.

Table 6. Changes of chroma values of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h ^{***}	6 h ^{***}	15 h ^{***}	24 h ^{***}
Control	18.83±0.62	18.16±0.65 ^{ab}	17.44±1.08 ^a	17.37±0.76 ^{ab}	16.66±0.98 ^a	15.65±1.14 ^{bc}
A		18.72±0.78 ^{ab}	17.84±1.15 ^a	17.43±0.96 ^{ab}	17.36±0.91 ^a	16.69±0.70 ^b
B ^{***}		^A 17.80±0.49 ^{ab}	^B 16.38±0.50 ^{ab}	^B 15.94±0.46 ^{bc}	^{AB} 17.26±0.39 ^a	^C 14.51±0.46 ^c
C		18.88±0.68 ^{ab}	17.85±0.59 ^a	17.04±0.66 ^{bc}	17.72±0.72 ^a	16.07±0.64 ^{bc}
D ^{**}		^A 19.83±0.92 ^a	^{AB} 18.58±0.69 ^a	^{AB} 19.19±0.50 ^a	^{BC} 16.92±0.77 ^a	^C 16.12±0.89 ^{bc}
E [*]		^B 15.29±0.52 ^c	^B 15.03±0.81 ^b	^B 15.31±0.40 ^c	^{AB} 16.35±0.70 ^a	^A 17.49±0.47 ^{ab}
F ^{***}		^A 10.99±0.45 ^d	^{AB} 9.99±0.40 ^c	^C 8.61±0.25 ^d	^{BC} 9.09±0.46 ^b	^{AB} 10.00±0.26 ^d
G		16.95±0.90 ^{bc}	17.08±0.73 ^{ab}	17.61±0.68 ^{ab}	17.96±0.64 ^a	18.80±0.76 ^a
H		11.53±0.60 ^d	9.89±0.66 ^c	9.54±0.57 ^d	9.78±0.59 ^b	9.55±0.35 ^d

^{a,b,c,d} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B,C} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 6은 갈비의 chroma value의 변화를 나타내고 있다. 즉, ΔE값과는 달리 색도를 나타내는 변수인 a*와 b*를 이용하여 산출된 값이다. 이 값이 ΔE값보다 색도의 변화를 보다 잘 나타낼 수 있다. 대조구의 chroma value는 시간경과에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타났다. 반면 후추와 참기름과 옥배유를 첨가한 시료에서는 증가하는 경향을 보였으며, 마늘을 첨가한 것은 다른 처리구에 비해 낮은 값을 나타내며 감소하는 경향을 보였다. 모든 재료를 혼합하여 첨가한 처리구는 낮은 chroma value를 갖았으며 저장 중에 다소 증가하였다.

Table 7. Changes of hue angle of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h ^{***}	6 h ^{***}	15 h ^{***}	24 h ^{***}
Control ^{***}	^{BC} 18.33±0.41	^C 17.76±0.43 ^d	^{BC} 18.29±0.39 ^{cd}	^{BC} 19.20±0.15 ^c	^B 19.49±0.69 ^c	^A 21.61±0.79 ^c
A		17.17±0.55 ^d	15.75±0.95 ^d	17.75±1.31 ^c	17.68±0.91 ^c	18.10±1.16 ^c
B		21.59±0.88 ^{bc}	20.48±0.67 ^c	21.03±1.21 ^c	21.87±0.91 ^c	19.31±1.22 ^c
C		18.81±0.90 ^{cd}	20.73±0.55 ^c	20.11±0.76 ^c	20.02±0.68 ^c	20.32±0.69 ^c
D		18.72±0.81 ^{cd}	19.19±0.82 ^{cd}	19.08±0.45 ^c	19.89±0.75 ^c	19.26±0.39 ^c
E		18.82±0.77 ^{cd}	18.29±0.63 ^{cd}	19.97±0.86 ^c	21.01±0.70 ^c	20.28±0.74 ^c
F ^{**}		^B 27.34±2.03 ^a	^A 33.84±2.72 ^a	^A 35.39±1.68 ^a	^A 37.91±2.04 ^a	^A 40.06±2.29 ^a
G		18.50±0.90 ^{cd}	19.16±0.50 ^{cd}	19.56±1.04 ^c	20.86±0.77 ^c	20.28±1.05 ^c
H ^{**}		^C 22.58±1.06 ^b	^{BC} 26.96±1.13 ^b	^{AB} 27.87±1.20 ^b	^A 32.59±2.75 ^b	^{AB} 29.49±1.99 ^b

^{a,b,c,d} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B,C} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 7은 갈비의 색조각(hue angle)을 나타낸 표이다. 색조각은 전체적으로 약간의 증가를 보였다. 대조구에서 색조각은 처음 1시간까지는 감소하였으나 그 이후에는 증가하는 경향을 보였다. 하지만, 마늘이 첨가된 처리구에서는 색조각의 값이 크며 현저한 증가가 나타내었다(P<0.01). 또한 혼합 처리한 처리구에서도 비교적 높은 값을 보이며 증가하는 경향을 보였다(P<0.01).

Table 8. Changes of metmyoglobin (%) of beef rib treated with various ingredients¹

Time	0 h	1 h ^{***}	4 h ^{***}	6 h ^{***}	15 h ^{***}	24 h ^{***}
Control ^{***}	B _{26.52±1.39}	AB _{33.42±0.15^b}	C _{8.96±1.95^e}	C _{11.40±1.25^f}	B _{29.45±2.98^{de}}	A _{40.06±5.19^{bc}}
A		21.19±2.18 ^c	15.04±2.19 ^e	19.41±3.12 ^e	21.21±2.31 ^e	23.53±4.49 ^d
B [*]		B _{28.19±1.93^b}	B _{28.35±0.46^{cd}}	B _{32.02±1.76^{cd}}	B _{31.94±4.84^d}	A _{42.04±3.40^b}
C		28.78±1.76 ^b	31.21±1.10 ^c	28.59±3.16 ^{cd}	27.89±5.20 ^{de}	33.88±4.73 ^{bcd}
D ^{***}		B _{19.10±0.74^c}	B _{22.93±0.69^d}	B _{20.02±0.71^e}	B _{20.35±1.72^e}	A _{33.37±3.84^{bcd}}
E [*]		B _{27.30±1.90^b}	B _{26.65±0.90^{cd}}	A _{33.80±1.43^c}	AB _{30.61±0.47^d}	AB _{30.70±2.49^{cd}}
F ^{***}		CD _{57.40±3.72^a}	D _{52.11±5.49^b}	AB _{69.48±2.65^a}	BC _{63.70±0.63^b}	A _{74.80±2.27^a}
G ^{***}		BC _{30.37±1.99^b}	C _{28.56±0.99^{cd}}	C _{27.45±0.65^d}	A _{40.54±2.97^c}	B _{35.08±1.64^{bc}}
H ^{***}		C _{52.60±2.37^a}	B _{62.72±1.30^a}	C _{52.21±1.97^b}	A _{73.07±1.67^a}	A _{75.88±1.86^a}

^{a,b,c,d,e,f} Means±S.E. in the same column with the different superscript were significantly different.

^{A,B,C,D} Means±S.E. in the same row with the different superscript were significantly different.

* P<0.05 ; ** P < 0.01 ; *** P < 0.001

¹ A : salt, B : unrefined sugar, C : semi-refined sugar, D : refined sugar, E : black pepper, F : ground garlic, G : mixed oil (sesame oil : corn oil = 1 : 1), H : all ingredients

Table 8은 metmyoglobin의 변화를 나타낸 표이다. 대조구의 metmyoglobin의 함량은 4시간차에 가장 적은 수준을 보였으며, 점차 증가하여 24시간 경과후에는 40% 이상을 나타내었다. 마늘이 첨가된 처리구 즉, F와 H에서 각각 57.40~74.80%, 52.60~75.88%로 유의적으로 높은 수준을 보였다. 따라서, 마늘에 의해서 육색의 변화가 크게 일어남을 알 수 있다. Kannan 등(2001)은 chevon(goat meat)에서 24시간 경과 후 metmyoglobin의 함량이 26.5%인 것으로 보고하였다.

대조구와 마늘을 첨가한 처리구에서 황색도와 색차의 시간별 평균의 T-test 결과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만, 백색도, 적색도, 채도값, 색조각 및 metmyoglobin 함량의 평균간에는 유의적인 차이를 보였다. 백색도에서는 5%수준에서 유의적인 차이가 나타났으나, 적색도, 채도값, 색조각, metmyoglobin 함량에서는 시간별로 대부분 0.1%수준의 고도의 유의적인 차이를 보이고 있다. 이상의 결과를 살펴볼 때, 분쇄 마늘의 첨가에 의해서 변색이 나타났음을 알 수 있다. 하지만, Yin

과 Cheng(2003)은 ground beef의 초기 metmyoglobin 함량이 60%였으며, 항산화제인 α -tocopherol 20 μ M 첨가시 39%로 낮아진다고 보고하였다. 특히, 이들은 마늘에서 생성되는 organosulfur compounds(diallyl sulfide, diallyl disulfide, s-ethyl cysteine, n-acetyl cystein)를 첨가하여 metmyoglobin 함량이 낮아진다는 결과를 보고하였다. 따라서, 마늘을 첨가하였을 때 유도되는 변색은 organosulfur compounds에 의한 것이 아님을 알 수 있다.

나. 마늘성분에 의한 myoglobin의 산화

마늘과 myoglobin이 반응하여 metmyoglobin이 형성되는지를 조사하기 위하여 마늘의 유효성분과 myoglobin을 반응 시킨 후 spectrum을 관찰하였다. 이때 마늘의 유효성분은 마늘을 잘 분쇄하여 -70°C에서 급속 동결시킨 후, 동결건조하여 동결건조된 마늘 분말을 ethanol과 증류수를 이용하여 유효 성분을 추출하였고, Ethanol을 이용하여 추출한 것을 마늘 ethanol 추출액이라 하고, 증류수를 이용하여 추출한 것을 마늘 증류수 추출액으로 하였다.

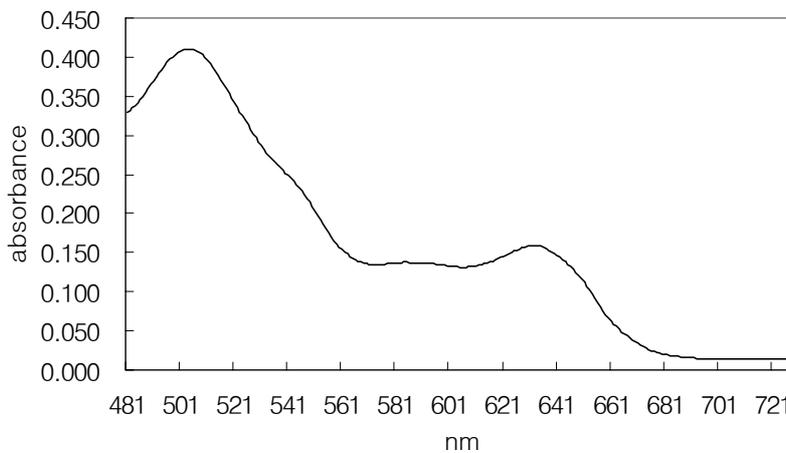


Figure 9. Spectrum of metmyoglobin

Figure 9는 metmyoglobin이 400nm~730nm 사이에서 보여주는 흡광도를 나타낸 그림이다. 일반적으로 510nm와 643nm의 흡광도가 oxymyoglobin의 흡광도보다

높고, 543nm 부근과 580nm 부근의 파장에서는 oxymyoglobin에 비하여 흡광도가 낮아진다.

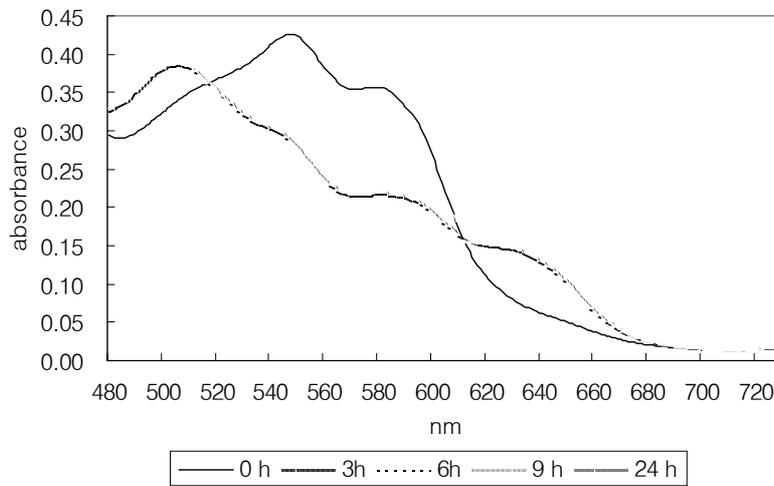


Figure 10. Spectral changes of reduced myoglobin

Figure 10은 metmyoglobin에 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 을 첨가하여 reduced myoglobin을 형성한 후 시간에 따른 파장별 흡광도 변화를 살펴본 것으로, 543nm 근처와, 580nm 근처의 흡광도가 시간이 경과함에 따라서 감소하는 것을 알 수 있다.

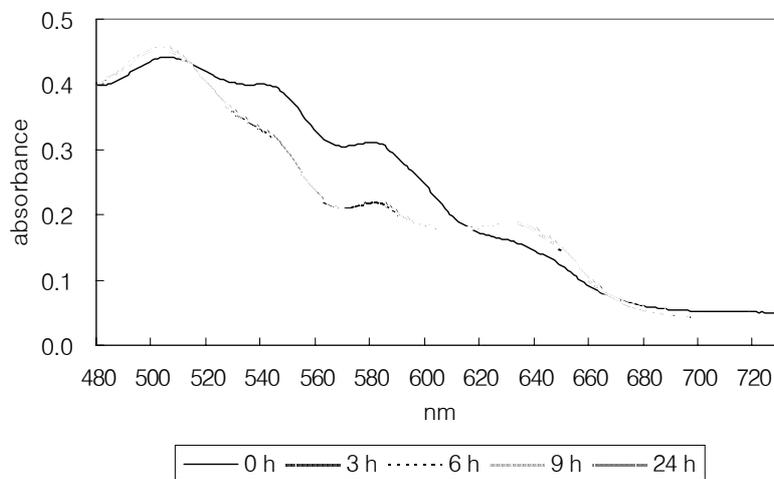


Figure 11. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with the ethanol extract of garlic(GE_e).

Figure 11은 환원시킨 myoglobin과 마늘 ethanol 추출액을 첨가한 후 시간에 따른 파장별 흡광도의 변화를 나타낸 그림이다. Figure 11에서 보여주는 바와 같이 서서히 변화되는 것이 아니고, 첨가 3시간이 지나면 전형적인 metmyoglobin의 파형을 보여준다.

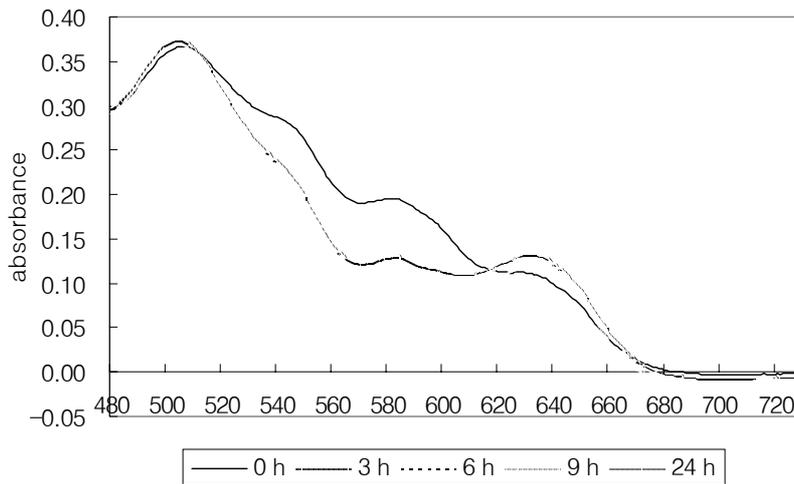


Figure 12. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with the distilled water extract of garlic(GEa).

Figure 12는 마늘 증류수 추출액을 첨가한 것으로 Figure 11과 유사한 형태를 보여준다. 이 결과는 마늘 성분이 myoglobin과 반응을 하여 빠르게 metmyoglobin으로 전환 시키는 것을 알 수 있다.

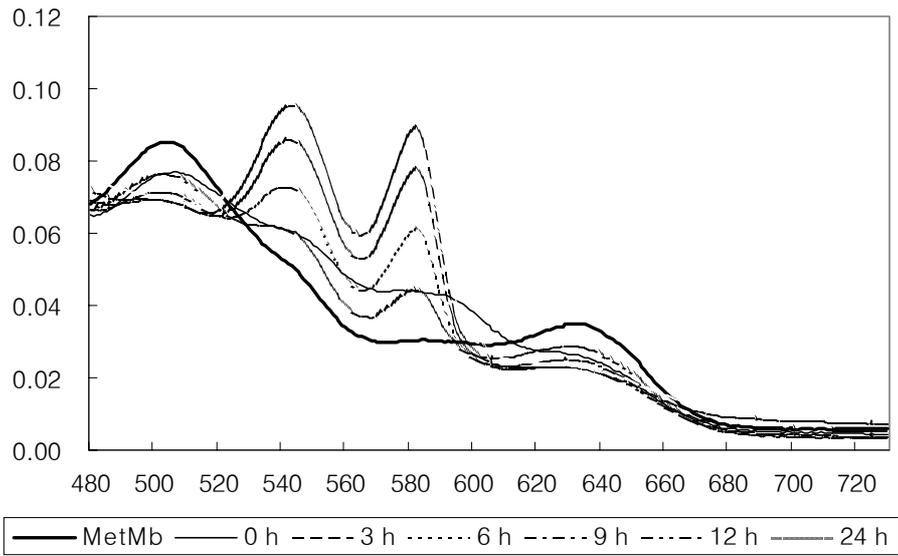


Figure 13. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with ascorbic acid

Figure 13은 환원된 myoglobin에 ascorbate를 첨가하여 흡광도 변화를 살펴본 그림이다. 환원상태의 myoglobin은 시간의 경과에 따라서 metmyoglobin의 파형으로 전환되어 가는 반면, ascorbate를 첨가했더니, 543nm와 581nm의 흡광도가 시간에 따라 증가하여 점차 oxymyoglobin의 파형에 가까워지는 경향을 보였다.

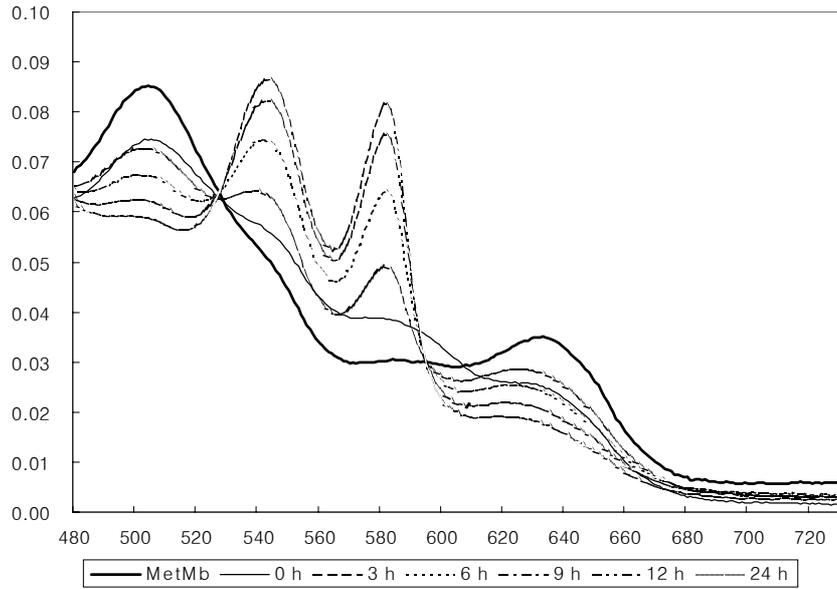


Figure 14. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with ascorbic acid and the ethanol extract of garlic

Figure 14는 환원된 myoglobin과 ascorbate와 마늘 ethanol추출액을 혼합하여 시간 경과에 따라 흡광도를 조사한 것으로 마늘 ethanol 추출액만 반응 시킨 Figure 11의 결과와는 달리 ascorbate만을 첨가한 Figure 13의 결과와 유사한 경향을 보였다.

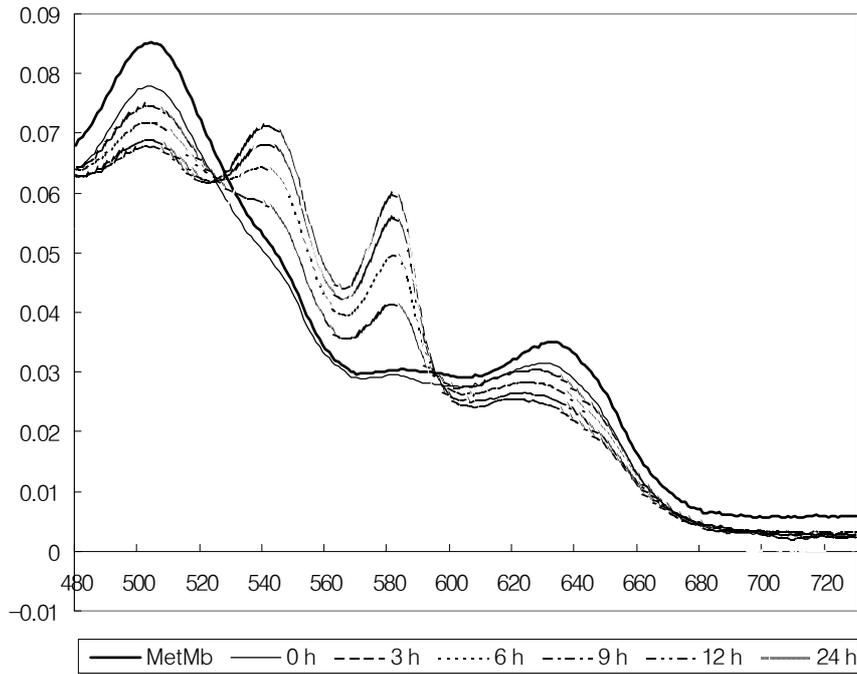


Figure 15. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with ascorbic acid and the distilled water extract of garlic.

Figure 15는 마늘 증류수 추출액을 첨가한 결과로 Figure 13, 14에서 보이는 결과와 마찬가지로 ascorbate의 역할로 인하여 파형이 oxymyoglobin과 유사하게 진행됨을 알 수 있다.

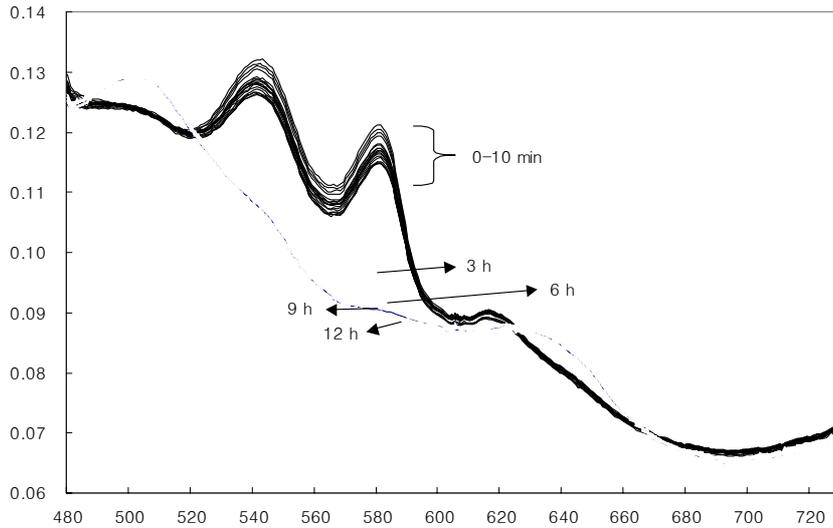


Figure 16. Spectral changes during the reaction of reduced myoglobin with the distilled water extract of garlic treated with ascorbic acid before 1 day.

Figure 16은 마늘 증류수 추출액과 아스콜빈산을 1일전에 미리 반응시킨 후, 환원시킨 myoglobin과 반응을 시킨 결과이다. 점차로 543, 581nm의 흡광도가 감소하여 9시간 후에는 metmyoglobin과 같은 곡형을 보였다. 동시에 3가지를 반응시켰을 때와는 반대의 결과를 보였다. 따라서, 아스콜빈산의 첨가는 육색 보정의 효과가 있으나 마늘 추출액과 미리 반응시키면 그 활성이 떨어지는 것을 알 수 있다.

다. 구연산과 식용유 첨가가 마늘에 의한 변색 방지에 미치는 효과

양념갈비의 경우, 마늘에 의한 갈변뿐만 아니라, 분쇄 마늘 조각의 변색으로 인해 소비자들에게 좋지 못한 관능적 편견을 갖게 한다. 따라서 마늘 자체의 변색 방지도 또한 중요하다 하겠다. 구연산이 마늘의 변색 방지에 효과적이라는 연구결과는 많이 발표되었다. 마늘에 첨가된 구연산은 pH를 저하시켜 마늘의 조직에 존재하는 polyphenol oxidase의 활성을 억제함으로써 갈변이 감소시킨다(조진숙 등, 1999). 마늘 자체의 구연산에 의한 갈변 억제 효과를 살펴보기 위해서 1% 구연산에 분쇄마늘을 넣어 상온 및 냉장 온도에서 보관하면서 육색의 변화를 살펴보았다.

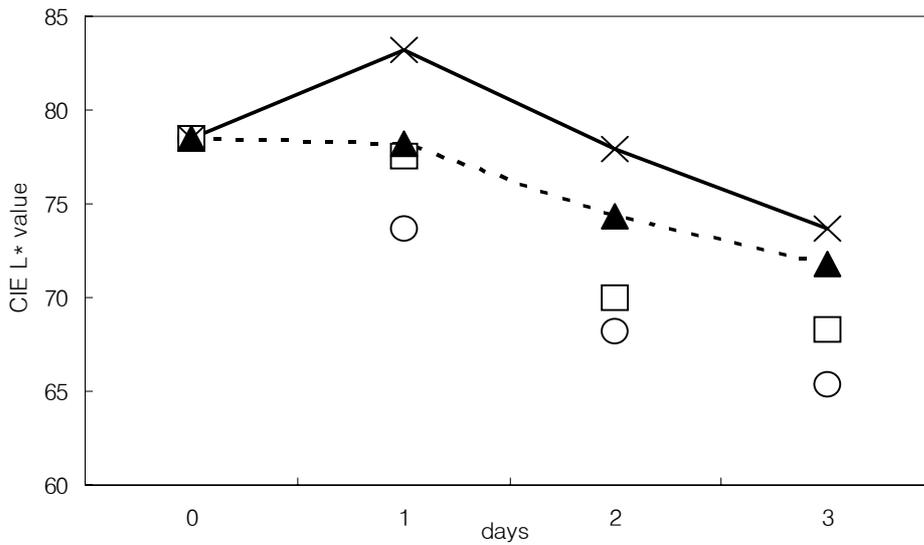


Figure 17. Changes of CIE L* of garlic treated with or without 1% citric acid

- stored at ambient temperature without 1% citric acid
- stored at ambient temperature with 1% citric acid
- ▲ stored at 4±1°C without 1% citric acid
- × stored at 4±1°C with 1% citric acid

Figure 17은 상온 및 냉장온도에서 1% 구연산을 첨가한 시료와 첨가하지 않은 시료의 백색도를 측정된 결과이다. 구연산을 첨가하지 않고 상온에서 보관한 시료가 가장 빨리 백색도가 감소하였다. 반면에, 1% 구연산을 첨가하고 냉장온도에서 보관한 시료는 상대적으로 백색도의 변화가 적음을 알 수 있었다. 보관 온도에 따른 차이를 살펴보면 상온에서 보관하는 경우에 백색도의 감소가 더 크게 나타남을 알 수 있다. 이러한 결과는 상온에서 마늘을 갈변화 시키는 polyphenol oxidase의 활성이 냉장온도에 비해서 큼을 알 수 있다.

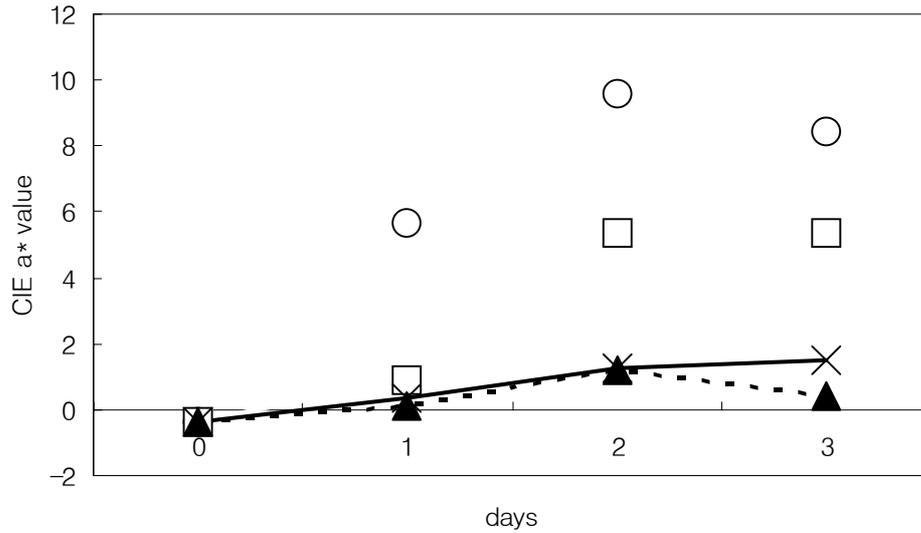


Figure 18. Changes of CIE a* of garlic treated with or without 1% citric acid

- stored at ambient temperature without 1% citric acid
- stored at ambient temperature with 1% citric acid
- ▲ stored at 4±1°C without 1% citric acid
- × stored at 4±1°C with 1% citric acid

Figure 18는 1% 구연산을 첨가한 시료와 첨가하지 않은 시료를 상온과 냉장온도에서 보관하였을 때 적색도의 변화를 살펴본 그림이다. 냉장온도에서 보관한 시료의 경우에는 적색도의 증가가 크게 나타나지 않았으나, 상온에서 보관한 시료에서는 상당한 증가를 보이고 있다. 특히 1% 구연산을 첨가하지 않은 시료에서의 변화가 가장 컸다. 적색도의 증가는 마늘의 갈색화를 의미하는 현상이 된다. 마늘의 경우, 유백색 또는 옅은 노랑색이 기본색이 되지만, 적색도의 증가로 인해서 갈변화가 일어나고 있음을 알 수 있다.

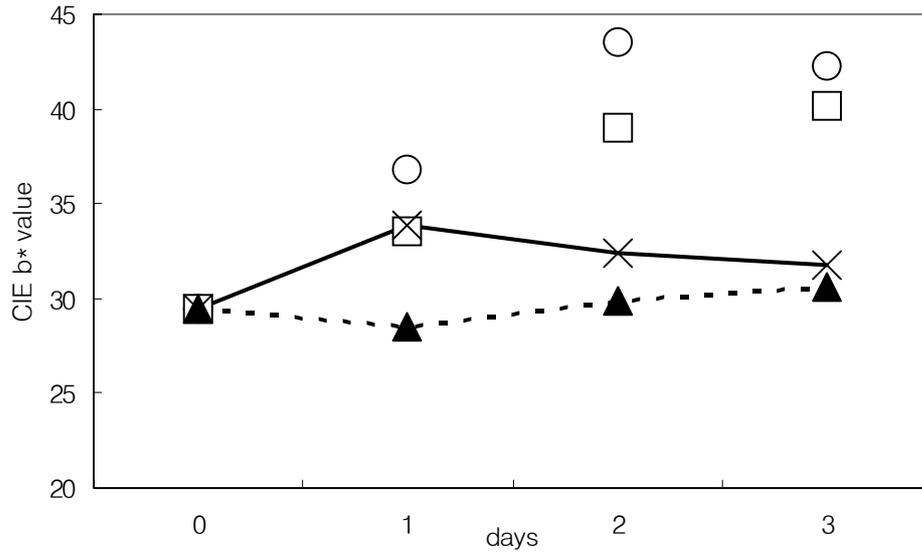


Figure 19. Changes of CIE b* of garlic treated with or without 1% citric acid

- stored at ambient temperature without 1% citric acid
- stored at ambient temperature with 1% citric acid
- ▲- - - stored at 4±1°C without 1% citric acid
- ×———— stored at 4±1°C with 1% citric acid

Figure 19는 시료의 황색도를 나타낸 그림이다. 황색도의 증가 역시 적색도와 마찬가지로 갈변화의 한 척도가 될 수 있다. 적색도에서와 마찬가지로, 냉장온도에서 보관한 시료에서는 변화가 크게 나타나지 않았음을 알 수 있다. 반면에, 상온에서 보관한 시료의 경우에는 보다 큰 변화를 보이고 있다. 특히 구연산을 처리하지 않은 시료에서 큰 변화를 보이고 있다.

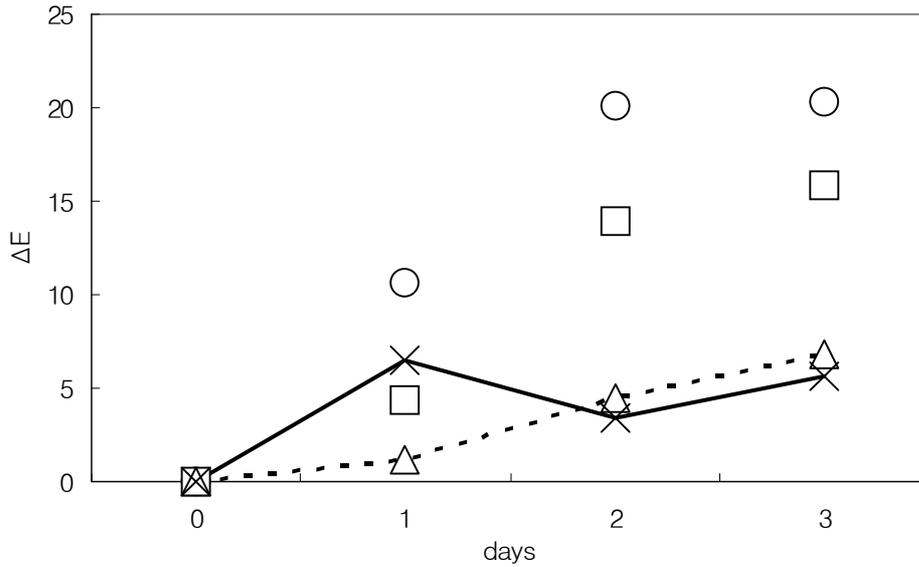


Figure 20. Changes of ΔE of garlic treated with or without 1% citric acid

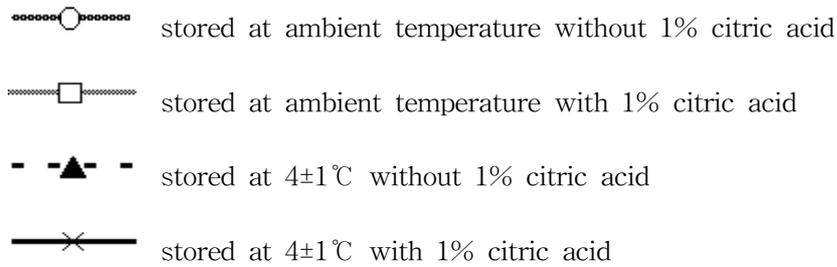


Figure 20은 색차를 나타낸 그림이다. 초기의 CIE L*, a*, b* 값을 기준으로 하여 비교한 결과이다. 3일이 경과한 후의 결과를 살펴보면, 구연산처리를 하지 않고 상온에서 보관한 시료의 경우 초기값에 비해 20이상의 차이를 보였지만, 냉장온도에서 보관하고 구연산 처리한 경우에는 5정도의 색차이를 보임을 알 수 있다.

이상의 결과를 살펴볼 때, 마늘은 상온에서보다는 냉장온도에서 보다 갈변화가 적게 일어났으며, 1% 구연산을 처리한 경우가 처리하지 않을 경우보다 갈변화를 효과적으로 억제할 수 있었다.

마늘이 고기에 첨가되었을때, 시간의 경과에 따라서 육색의 갈변화가 나타나는데, 이러한 현상은 시간에 따라 그 범위가 넓어진다. 따라서, 마늘로부터 미지의 성분이 확산을 통해서 고기로 퍼지면서 육색소의 산화가 일어난다고 가정하고, 이때 마늘과

고기사이의 공통적인 용매는 물일 것으로 추정하였다. 그래서, 마늘로부터 육색소의 산화를 유발시키는 물질의 확산을 억제하기 위하여 분쇄마늘을 지방으로 코팅하는 방법을 고안하였다. 다음의 결과는 구연산 처리를 통해서 마늘의 갈변화를 억제시키고 갈변화가 억제된 마늘에 의한 우육 갈비의 색변화와 옥수수유에 의해서 코팅된 분쇄마늘에 의한 육색변화를 살펴보았다(Figure 21~24).

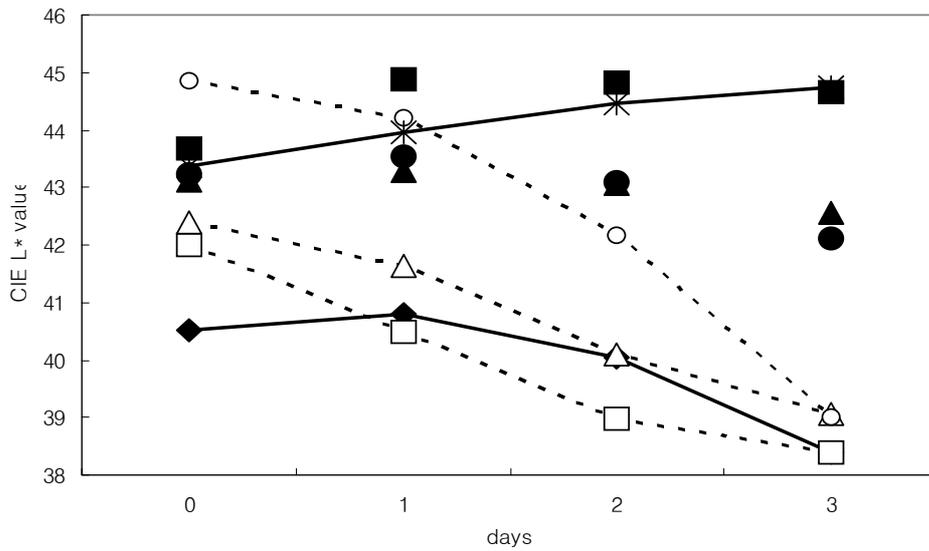


Figure 21. Changes of CIE L* of beef rib with ground garlic treated with various content of citric acid or corn oil.

- ◆ Control
- A immersed in 0.5% citric acid for 5 min
- ▲ B immersed in 0.5% citric acid for 10 min
- C immersed in 0.5% citric acid for 20 min
- D immersed in 1% citric acid for 5 min
- △ E immersed in 1% citric acid for 10 min
- F immersed in 1% citric acid for 20 min
- ✱ G immersed in corn oil

Figure 21은 0.5%, 1% 구연산에 침지 시간을 달리한 분쇄 마늘과 옥수수수에 침지한 분쇄 마늘을 우유 갈비에 첨가하였을 때 백색도의 변화를 나타내었다. 0.5% 구연산 첨가시보다 1% 구연산 첨가시의 백색도 감소현상이 크게 나타났다. 반면에 옥수수수에 의해서 코팅된 시료에서는 오히려 백색도의 증가를 보였다. 이러한 현상은 옥수수수에 의해 빛이 반사되어 나타난 값으로 추정된다.

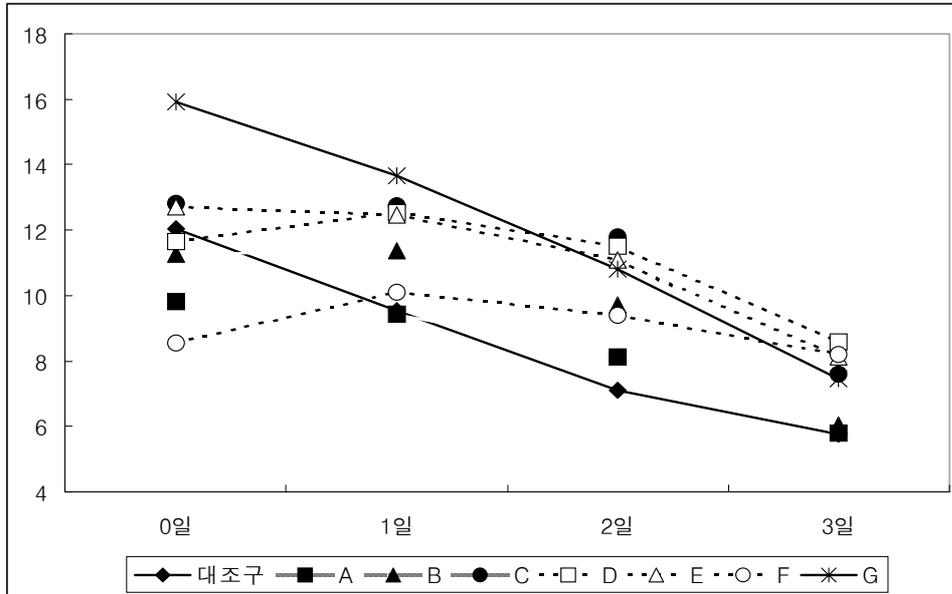


Figure 22. Changes of CIE a* of beef rib with ground garlic treated with various content of citric acid or corn oil.

- ◆ Control
- A immersed in 0.5% citric acid for 5 min
- ▲ B immersed in 0.5% citric acid for 10 min
- C immersed in 0.5% citric acid for 20 min
- D immersed in 1% citric acid for 5 min
- △ E immersed in 1% citric acid for 10 min
- F immersed in 1% citric acid for 20 min
- ✱ G immersed in corn oil

Figure 22는 적색도를 나타낸 그림이다. 적색도의 변화는 백색도와는 달리 0.5% 구연산 처리가 다소 높았다. 또한, 옥수수유를 코팅한 경우에도 적색도의 감소 현상이 현저하였다. 이러한 현상은 옥수수유에 의해서 산소의 입출입이 상대적으로 방해받았기 때문인 것으로 생각된다.

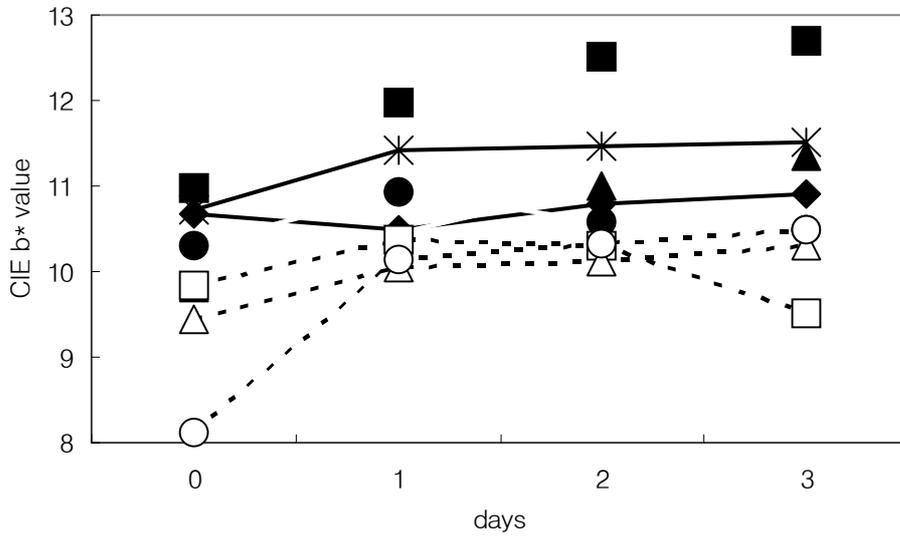


Figure 23. Changes of CIE b* of beef rib with ground garlic treated with various content of citric acid or corn oil.

- ◆ Control
- A immersed in 0.5% citric acid for 5 min
- ▲ B immersed in 0.5% citric acid for 10 min
- C immersed in 0.5% citric acid for 20 min
- D immersed in 1% citric acid for 5 min
- △ E immersed in 1% citric acid for 10 min
- F immersed in 1% citric acid for 20 min
- * G immersed in corn oil

Figure 23은 황색도의 변화를 나타낸 그림이다. 황색도는 0.5% 구연산을 5분동안 처리한 마늘을 첨가한 시료에서 가장 높게 나타났다. 상대적으로 1% 구연산에 침지한 마늘을 처리한 시료가 황색도가 낮게 평가되었다. 옥수수유 코팅한 마늘을 첨가한 시료에서도 높은 것으로 나타났다.

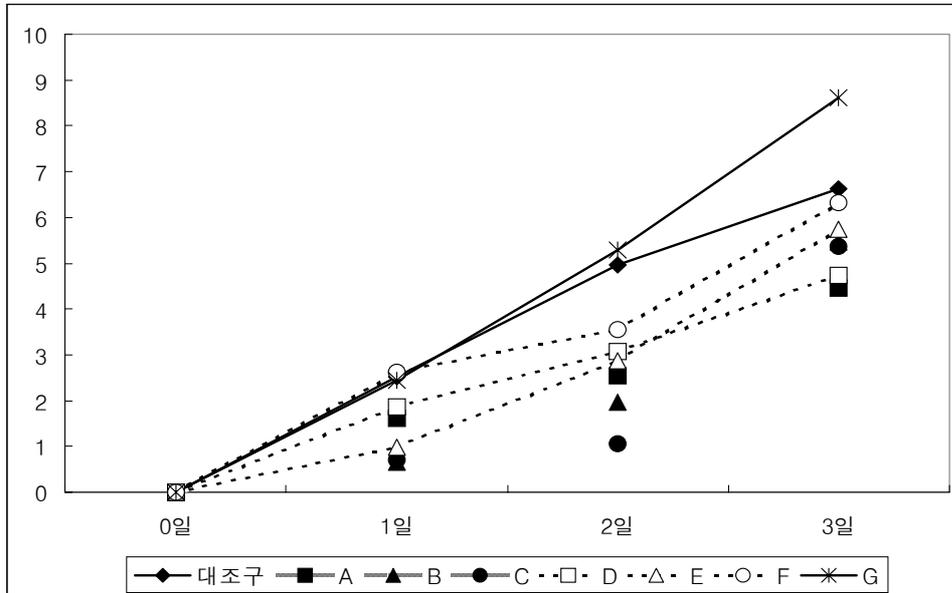


Figure 24. Changes of ΔE of beef rib with ground garlic treated with various content of citric acid or corn oil.

- Control
- A immersed in 0.5% citric acid for 5 min
- ▲— B immersed in 0.5% citric acid for 10 min
- C immersed in 0.5% citric acid for 20 min
- D immersed in 1% citric acid for 5 min
- △— E immersed in 1% citric acid for 10 min
- F immersed in 1% citric acid for 20 min
- *— G immersed in corn oil

Figure 24는 색차를 나타낸 그림이다. 색차이가 가장 큰 시료는 옥수수유 코팅한 처리구였다. 이는 적색도의 변화가 가장 컸기 때문인 것으로 사료된다. 그 다음으로 높은 처리구는 대조구였다. 구연산을 처리한 마늘을 첨가한 시료의 경우에는 0.5% 구연산을 이용한 경우가 1% 구연산을 이용한 경우보다 낮은 색차를 보이고 있다.

이상의 결과를 살펴볼 때, 마늘에 의해서 유도되는 고기의 갈변현상은 구연산 처리를 한 분쇄마늘을 사용하여 어느 정도 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

제 3 절 저급 한우갈비의 품질 개선을 위한 연화제 및 품질개선제의 효과

1. 실험재료

본 실험에 사용한 저급한우갈비는 (주)그린식품(경기 화성)에서 취급하고 있는 저급한우갈비(폭 5cm, 무게 약 1kg내외)를 전량 이용하였으며, 양념 역시 (주)그린식품에서 양념시 사용되고 있는 소금, 흑설탕, 중백당, 정백당, 후추, 참깨, 마늘, 혼합유(참기름+옥배유)를 사용하였다.

천연연화제로는 키위(Kiwi fruit)와 배(Pear)를 사용하였으며, 키위는 뉴질랜드산, 배는 우리 나라의 경기도 안성산의 신고 품종의 것을 일반 mart에서 구입하여 사용하였다.

품질개선제로는 (주)서도비엔아이(SDBNI CO., LTD)에서 생산한 육가공용 혼합 인산염(Phosphate Mixture)인 폴리믹스-CS(Polymix-CS)를 사용하였다. 이 폴리믹스-CS는 중합인산염류를 혼합한 제제로서 조성은 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (폴리인산나트륨), $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (피로인산나트륨), $(\text{NaPO}_3)_n$ (메타인산나트륨)이다.

2. 실험방법

가. 천연연화제의 제조

실험을 위한 키위와 배를 각각 껍질을 벗긴 후, 믹서를 이용하여 세절하고, -50°C 에서 4시간 동안 급속 동결한 후, 다시 -80°C 동결건조기에서 72시간 동안 완전 건조시킨 다음 완전 분쇄하여 키위와 배의 분말을 제조하였다.

나. 천연연화제와 품질개선제의 처리

저급한우갈비의 무게를 각각 측정된 후, 갈비양념 재료인 소금, 흑설탕, 증백당, 정백당, 후추, 참깨, 마늘, 혼합유(참기름+옥배유)와 키위분말은 시료중량당 0.1%(K0.1), 0.3%(K0.3), 0.5%(K0.5), 배분말은 시료중량당 0.5%(P0.5), 1.0%(P1.0), 3.0%(P3.0), 포리믹스-CS는 시료중량당 0.1%(CS0.1), 0.3%(CS0.3), 0.5%(CS0.5)의 무게를 측정하여 각각 배합한 후, 저급한우갈비에 비율별 단일 처리하여, 각 시료를 비닐팩에 넣고, 5°C 에서 24시간 숙성시킨 후 Control구와 비교·분석하였다.

다. MFI(Myofibrillar Fragmentation Index) value 측정

Myofibrillar fragmentation index(MFI)는 Hopkins 등(2000)의 방법에 의해 turbidity methods로 실시하였다. 각 sample의 양념 등을 제거한 후, 0.5g muscle sample에 30ml buffer [0.1M KCl, 1mM EDTA(disodium), 1mM Sodium Azide(NaN_3), 25mM Potassium Phosphate(pH 7.0, $4\sim 5^{\circ}\text{C}$), 7mM KH_2PO_4 , 18mM K_2HPO_4] 를 넣고 15,000rpm에서 30초간 homogenization 후, 30초 쉬고 다시 30초 동안 homogenization(0°C 유지)한 후, 1mm의 mesh strainer을 이용하여 connective tissue를 제거하고, 10ml의 buffer로 washing하였다. 이것을 1,000g에서 10분간 2°C 에서 centrifuge하여 상층액을 제거한 후 10ml의 buffer를 첨가하고 vortexing하였다(이 과정을 3회 이상 반복). 상층액을 제거한 후 다시 10ml의 buffer를 넣고 잘 혼합한 후 Sigma Protein Assay Kit(Sigma Diagnostics, USA)를 이용하여 농도를 측정한다. 시료의 농도를 0.5mg/ml의 농도로 희석하여 540nm에서 spectrometer로 측정한다

음, absorbance value에 150을 곱하여 MFI 값을 산출하였다. 각 sample 당 반복수는 3회로 하였다.

또한, 갈비 양념과 천연연화제 및 품질개선제의 상호작용을 예측하기 위해 저급한 우갈비에 천연연화제 및 품질개선제만을 첨가하여 MFI value를 측정하여 각각의 결과를 비교하였다.

라. 보수력(Water-holding capacity) 및 육즙삼출(Drip Loss)

보수력은 여지 압착법(이와 성, 1988)으로 플렉시 유리판위에 여과지를 놓고, 그 위에 양념(마늘, 후추, 참깨 등)을 완전히 제거한 고기표본을 0.5g 놓은 다음 플렉시 유리판을 올리고 상하의 플렉시 유리판을 스크류로 조인 다음 압력 게이지가 있는 압착기로 35~50kg/cm²의 압력으로 2분간 압착하고, 여과지 제거 후, 고기조직이 묻어 있는 면적과 젖어 있는 부위의 면적을 compensating polar plaimeter로 측정하고, 아래의 식으로 보수력을 산출하였다. 보수력 측정은 각 sample당 3회 반복하였다.

$$\frac{\text{Total Area} - \text{Meat Area}}{\text{Meat Area}} = \text{보 수 력}$$

Drip Loss는 저급한우갈비와 양념의 중량, 처리한 천연연화제 및 품질개선제의 중량을 모두 합한 측정값에서 24시간 숙성 후의 총 중량을 측정하여 그 차이를 구하였다.

마. 육 색(Meat color)

각 시료의 표면에 있는 양념을 제거한 후, Colorimeter(Chromameter, CR-210, Minolta, Japan)을 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 L*-값, 적색도(redness)를 나타내는 a*-값, 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 b*-값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L*-값이 a*-값이 -0.43, b*-값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였으며, 모든 sample은 3회 반복하여 측정하였다.

바. 관능 검사

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 7명을 대상으로 MFI, 육색, 보수력 등을 측정 하였던 동일한 sample의 일부를 cooking하여 척도묘사분석(descriptive analysis with scaling)을 실시하였다. 1~9점 사이의 점수를 주관적으로 주도록 하였으며, 이때, 풍미와 냄새는 1~3; 약함, 4~6; 보통, 7~9;강함, 불쾌치는 1~3; 약함, 4~6; 보통, 7~9; 강함, 연도는 1~3; 질감, 4~6; 보통, 7~9; 연합으로 점수를 주게 하였다. 7명의 모든 측정값 중 가장 높은 값과 가장 낮은 값을 제외한 5명의 측정값으로 분석하였다.

또한, MFI와 마찬가지로 갈비 양념과 천연연화제 및 품질개선제의 상호작용을 예측하기 위해 저급한우갈비에 천연연화제 및 품질개선제만을 첨가하여 척도묘사분석을 한 후, 각각의 결과를 비교하였다.

사. 통계 분석

모든 자료의 통계처리는 SAS 통계프로그램을 이용하여 분산분석을 수행하였고, 평균간 유의성 검정은 던칸(Duncan)의 멀티플 레인지 테스트(Multiple range test)로 처리간의 결과 차이를 분석하였다(SAS, 1999).

3. 결과 및 고찰

가. MFI(Myofibrillar Fragmentation Index) Value

MFI value는 근원섬유 소편화지수를 알아보는 실험으로 그 값이 높을수록 근원섬유의 소편화 정도가 높은 것이며, 식육에 있어 MFI value가 높을수록 더 연하다고 설명된다(Hopkins 등, 2000).

Fig. 1은 갈비양념(소금, 흑설탕, 중백당, 정백당, 후추, 참깨, 마늘, 혼합유)과 천연연화제(키위·배분말) 및 품질개선제(Polymix-CS)를 혼합하여 저급한우갈비에 처리한 후, 측정된 MFI value를 그래프로 나타낸 것이며, 이와 비교하기 위해 갈비양념을 하지 않고 천연연화제 및 품질개선제만을 저급한우갈비에 처리한 후, MFI value를 측정하여 그 측정값을 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 1에서 보듯이 저급양념한우갈비에서 control의 MFI value는 338.03 ± 2.66 을 나타내었고, 키위분말을 첨가한 K0.1(키위 0.1%), K0.3(키위 0.3%), K0.5(키위 0.5%)는 각각 341.43 ± 2.98 , 368.31 ± 10.95 , 405.10 ± 5.82 로 키위분말 첨가량이 증가할수록 MFI value가 증가하였으며($P < 0.001$), 갈비양념 없이 키위분말을 첨가한 처리구에서도 첨가량이 증가할수록 MFI value가 증가하였다($P < 0.001$, Fig. 2). 이러한 결과는 Kiwi fruit 내에 gelatin을 분해하는 강력한 단백질 분해효소인 actinidin을 확인한 일련의 연구(McDowall, 1970; Baker, 1980)의 결과와 마찬가지로 단일 처리시와 양념과의 혼합처리시 모두 식육 연화 효과를 보여주었다.

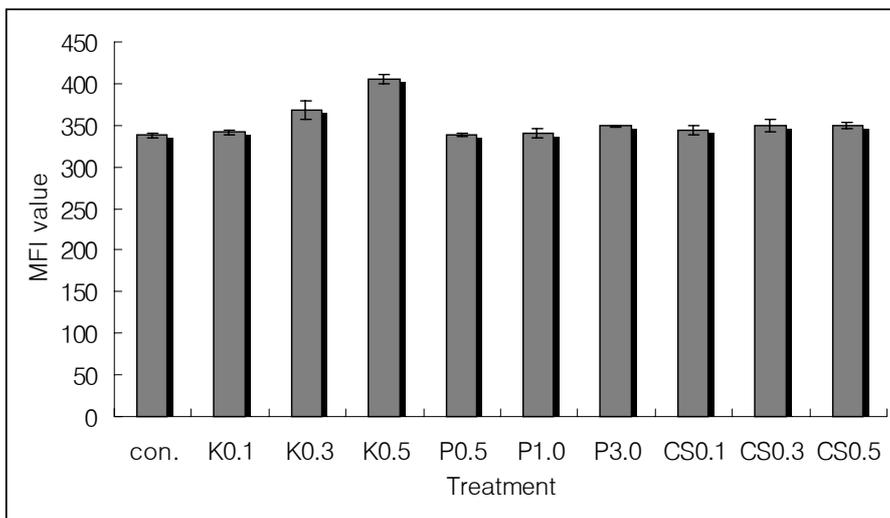


Figure 25. MFI value of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS
 $P < 0.001$

갈비양념과 배분말을 첨가한 P0.5(배 0.5%), P1.0(배 1.0%), P3.0(배 3.0%)의 MFI value는 각각 338.52 ± 2.48 , 340.35 ± 6.21 , 348.91 ± 1.39 로 control 보다 모두 높은 value를 나타내었지만($P < 0.001$), 키위분말을 첨가한 처리구보다는 그 값이 낮게 나타

났다(Fig. 1). 또한 갈비양념 없이 배분말을 첨가한 처리구에서는 P0.5와 P1.0은 control과 유의차를 나타내지 않았지만, P3.0은 352.95 ± 6.93 으로 유의차를 보이며 ($P < 0.001$) 높은 value를 나타내었다. 결국 배분말의 경우 양념갈비에서 연육효과를 위해서는 1.0% 이상을 첨가하여야 하며, 3.0% 수준을 초과할시 더 큰 연육효과가 기대되지만, 갈비 표면적보다 배분말의 부피가 역전되어 실효성이 없을 것으로 사료된다.

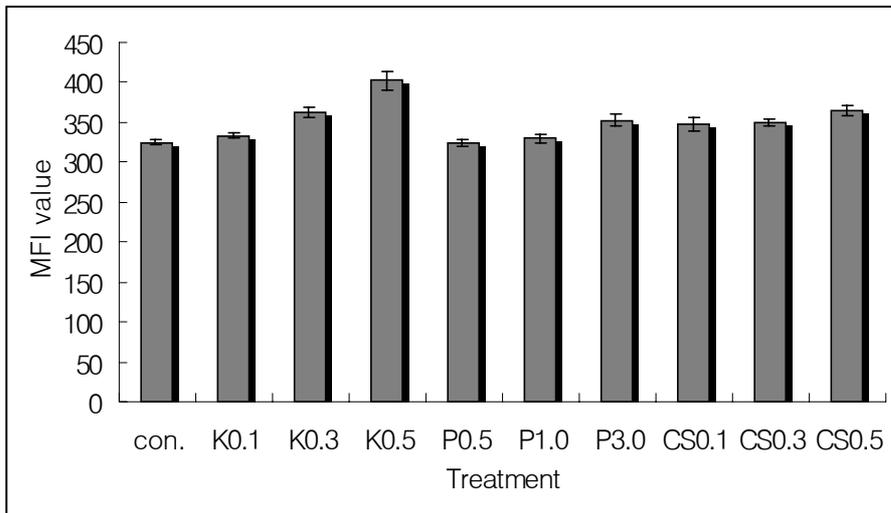


Figure 26. MFI value of the low-grade Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS
 $P < 0.001$

갈비양념과 품질개선제를 첨가한 CS0.1(Polymix-CS 0.1%), CS0.3(Polymix-CS 0.3%), CS0.5(Polymix-CS 0.5%)의 MFI value는 각각 344.44 ± 5.39 , 349.77 ± 7.15 , 349.46 ± 3.64 로 control보다 높은 value를 나타내었으며, CS0.3과 CS0.5는 비슷한 수준을 나타내었다(Fig. 1). 갈비양념 없이 품질개선제를 처리했을 경우에는 control과 $P < 0.001$ 수준의 유의적 차이를 보이며 높은 value를 나타내었으며 CS0.5의 경우 364.94 ± 5.70 으로 가장 높은 value를 보였다. 결국 CS의 경우 0.3% 수준 이상 첨가 시 연육효과가 있을 것으로 기대되며, 그 양이 많아질수록 갈비양념에 포함된 약 20%의 소금의 영향으로 기대만큼의 연육효과는 없는 것으로 생각된다.

결과적으로 저급한우양념갈비에서 천연연화제 및 품질개선제를 첨가할시 첨가량이 많을수록 MFI value는 높게 나타났다. 하지만, 이것은 단순히 연육효과만을 측정한 것으로 소금, 설탕, 마늘, 참깨 등의 갈비양념 성분과의 상호작용에 관한 연구와 관능검사 등을 통한 복합적 결론이 요구될 것으로 보인다.

나. 보수력(Water-Holding Capacity) 및 Drip Loss

본 실험의 보수력(WHC)는 Fig. 3에 그래프로 나타내었다. Control의 보수력은 1.83 ± 0.29 를 나타내었고, K0.1, K0.3, K0.5는 각각 1.74 ± 0.07 , 1.39 ± 0.05 , 1.09 ± 0.13 으로 키위분말 첨가량이 증가할수록 보수력의 저하가 확인되었다($P < 0.001$). 이러한 현상은 Kang and Rice(1970)의 연구에서 열대과일에 들어 있는 단백질분해효소는 활성이 대단히 강하여 과도한 고기연화의 경향이 있다는 보고와 본 연구의 MFI value 측정을 고려할 때, 키위분말의 단백질분해효소인 actinidin의 활성으로 인하여 보수력이 저하된 것으로 추측된다.

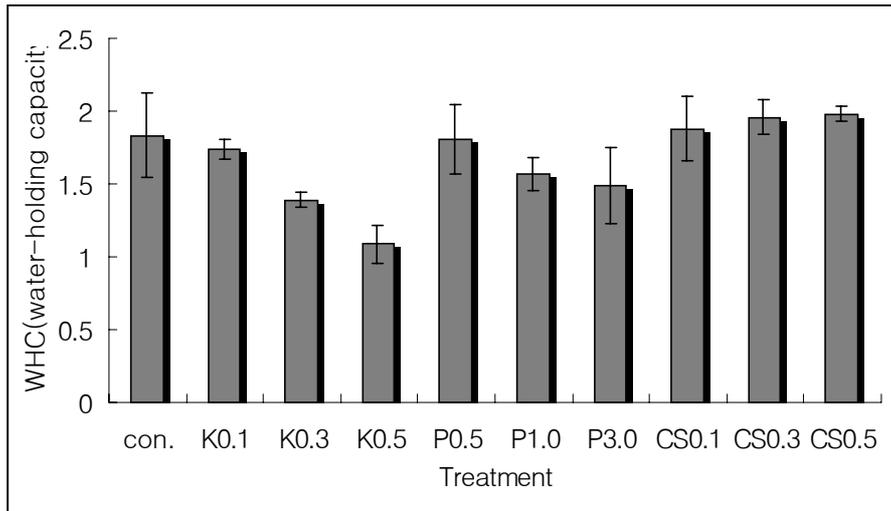


Figure 27. Water-holding capacity(WHC) of the low-grade seasoned Hanwoo ribs added to natural tenderizers and quality improvement substance

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS
 P<0.001

배분말을 첨가한 P0.5, P1.0, P3.0의 보수력 역시 각각 1.81 ± 0.24 , 1.57 ± 0.11 , 1.49 ± 0.26 으로 control보다 낮은 보수력을 보였으며(P<0.001), 배분말을 첨가한 MFI value에서 나타났듯이 배분말의 protease에 의한 갈비의 연화로 보수력이 저하된 것으로 추측된다.

반면, 품질개선제를 첨가한 CS0.1, CS0.3, CS0.5의 보수력은 각각 1.88 ± 0.22 , 1.96 ± 0.12 , 1.98 ± 0.05 로 첨가량이 증가할수록 P<0.001의 유의차를 보이며 보수력이 증가하였다. 이러한 결과는 Hargen 등(1980), Trout and Schmidt(1984) 등의 연구에서 인산염이 식육 및 육가공품에 있어 보수력 유지 및 증진 효과가 있다는 보고와 일치하는 결과이다.

본 실험의 Drip loss 측정 결과는 Fig. 4에 그래프로 나타내었다. 측정결과 4.43~7.76의 측정값을 얻었는데, Control의 drip loss는 5.31, K1은 5.42, K3은 5.92, K5는 7.76을 각각 나타내었다. 키위 분말의 첨가량이 증가할 수록 drip loss의 양도 증가함을 보였다. 또한 P3, P5, P10는 6.16, 7.34, 7.64를 각각 나타내어, 키위분말을 첨가한 sample과 마찬가지로 첨가량이 증가할 수록 drip loss의 양도 증가하였다. 반면, 품

질개선제를 첨가한 CS1, CS3, CS5의 drip loss는 각각 5.20, 4.61, 4.43으로 첨가량이 증가할수록 drip loss는 감소함을 보였다.

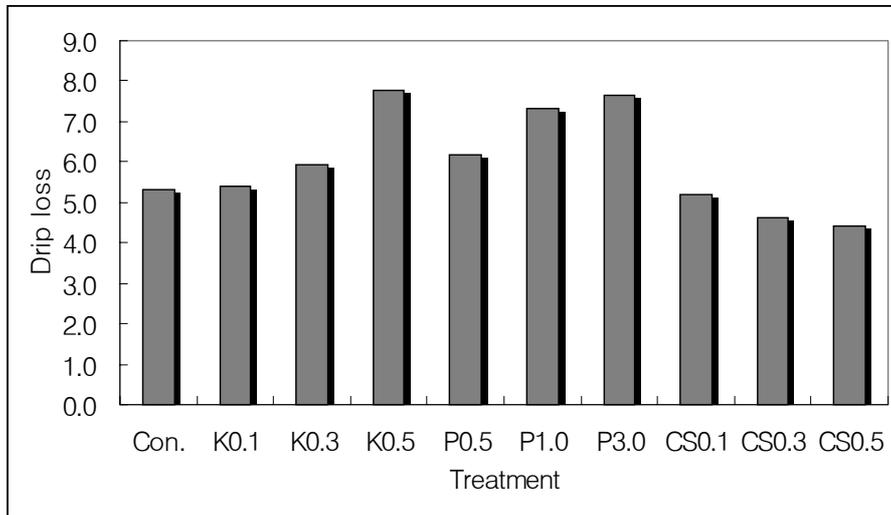


Figure 28. Drip loss of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS

다. Meat Color

본 실험의 meat color는 L*-value, a*-value, b*-value를 각 처리구별 측정하였으며, Table 1은 갈비양념과 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 meat color를, Table 2는 갈비양념 없이 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 meat color를 각각 나타내었다.

Table 9. Meat color of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

	L*-value***	a*-value***	b*-value**
Control	37.83±1.44 ^{ab}	10.25±1.03 ^{de}	6.67±0.68 ^b
K0.1	39.57±0.95 ^a	10.95±0.37 ^{bcd}	8.29±0.81 ^a
K0.3	36.41±0.81 ^{bc}	11.31±0.52 ^{abc}	8.02±0.87 ^a
K0.5	33.11±2.53 ^d	9.29±0.16 ^e	6.43±1.32 ^b
P0.5	37.35±0.86 ^{ab}	11.72±0.63 ^{ab}	5.76±0.44 ^b
P1.0	37.40±1.40 ^{ab}	12.11±0.36 ^a	5.96±0.29 ^b
P3.0	37.81±0.93 ^{ab}	10.02±0.45 ^{de}	5.92±0.11 ^b
CS0.1	36.60±0.70 ^{bc}	10.06±0.51 ^{de}	6.65±0.31 ^b
CS0.3	35.57±1.06 ^{bc}	10.61±0.59 ^{cd}	6.46±0.42 ^b
CS0.5	34.51±0.60 ^{cd}	10.90±0.35 ^{bcd}	6.67±0.51 ^b

a, b, c, d, e Means±SD with different superscript in the column differ significantly(*** : P<0.001, ** : P<0.01)

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS

양념갈비의 경우 L*-value는 33.11±2.53~39.57±0.95를 나타내었으며, control과 배분말을 첨가한 P군은 유사한 값을 보였으며, 키위분말 0.3% 이상 첨가시와 CS의 모든 처리구에서 control 보다 낮은 L*-value를 보였다(P<0.001). 또한 control에 비해 키위분말 0.1~0.3%의 첨가 수준과 배분말 0.5~1.0%의 첨가 수준에서는 a*-value가 control에 비해 높은 값을 보였고(P<0.001), CS는 0.3~0.5%의 첨가 수준에서 a*-value의 상승을 보였다. 양념갈비의 b*-value의 경우는 K0.1과 K0.3의 경우가 다른 처리구와 비교하여 P<0.01 수준으로 높은 값을 나타내었다(Table 1).

Table 10. MFI value of the low-grade Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

	L*-value*	a*-value**	b*-value**
Control	36.18±1.31 ^a	18.03±0.46 ^c	6.13±0.16 ^{bc}
K0.1	35.57±1.25 ^a	19.65±0.53 ^{abc}	7.91±1.12 ^a
K0.3	32.54±1.15 ^b	18.25±0.37 ^c	4.39±0.28 ^d
K0.5	35.48±0.51 ^a	19.50±0.43 ^{abc}	7.36±0.69 ^{ab}
P0.5	36.65±1.32 ^a	19.54±0.26 ^{abc}	5.65±0.58 ^{cd}
P1.0	34.71±2.52 ^{ab}	18.71±1.25 ^c	6.11±0.80 ^{bc}
P3.0	35.10±0.95 ^a	20.58±0.34 ^{ab}	5.79±0.28 ^{bcd}
CS0.1	36.25±1.87 ^a	18.96±1.51 ^{bc}	7.26±1.27 ^{ab}
CS0.3	32.59±0.63 ^b	18.90±1.44 ^c	5.46±1.53 ^{cd}
CS0.5	35.44±0.42 ^a	21.05±0.86 ^a	6.67±0.14 ^{abc}

a, b, c, d Means±SD with different superscript in the column differ significantly(** : P<0.01, * : P<0.05)

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS

갈비양념을 하지 않은 경우 L*-value는 K0.3, P1.0, CS0.3의 세 처리구 모두 다른 처리구들과 비교하여 P<0.05 수준으로 낮은 값을 나타내었다. a*-value는 Table 2에서 보듯이 control에 비해 모두 높은 값을 나타내었으며, 그 중 K0.1, K0.5, P0.5, P3.0, CS0.1, CS0.5 처리구에서는 P<0.01 수준의 유의차를 보이며 높은 a*-value를 보였다. b*-value는 높고 낮음이 있었으나 첨가량의 정도와 b*-value의 관련은 크게 없는 것으로 사료된다.

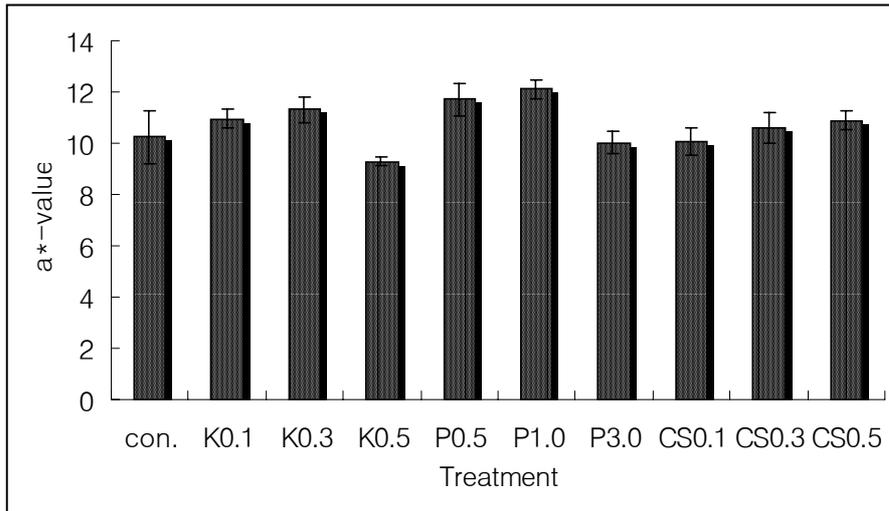


Figure 29. a*-value of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder
 P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder
 CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS
 P<0.001

결과적으로, 적색육인 한우갈비에서 적색의 정도를 나타내는 a*-value가 품질개선제 처리시 뿐만 아니라, 천연연화제인 키위분말 및 배분말을 적정수준 첨가하면 향상됨을 알 수 있었다(Fig. 5). 하지만, 저급한우갈비에 건 양념을 이용하면 양념중 약 70%를 차지하는 설탕과 마늘(*Allium Sativum Linnaeus*) 등으로 인하여 심한 변색이 육안 관찰되었으며, 키위분말 및 배분말이 특정부분 과다하게 첨가되었을 경우 역시 변색이 육안 관찰되었다. 결국 이러한 양념 성분 등으로 인하여 천연연화제 및 품질개선제의 첨가로 인한 육색의 안정 및 향상을 크게 기대하기는 힘들 것으로 사료된다.

라. 관능 검사

Table 3은 양념한우갈비에 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 처리구의 척도묘사 분석(Descriptive analysis with scaling)의 결과를 나타낸 것이며, Table 4는 양념을

하지 않고 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 처리구의 척도묘사분석 결과를 표로 나타낸 것이다.

양념갈비의 관능검사에서는 Table 3에서 보는바와 같이 Aroma, Flavor, Off-flavor, Color 항목은 각 처리구별 유의차를 나타내지 않았는데, 이러한 결과는 첨가되는 갈비양념이 상대적으로 키위분말, 배분말 및 품질개선제보다 강한 관능적 특성을 가지고 있어서 처리구별 차이가 없었던 것으로 보인다. 반면, Juiciness, Tenderness, Acceptability에서는 각각 $P<0.01$, $P<0.001$, $P<0.001$ 의 유의차를 보이며 처리구별 차이를 나타내었다. Juiciness의 경우 K0.3과 CS0.5가 각각 7.60 ± 1.14 와 7.40 ± 0.55 의 높은 값($P<0.01$)을 나타내었고, Tenderness의 경우, 키위 첨가시 $6.80\pm 1.10\sim 8.20\pm 0.45$ 의 값으로 control의 6.20 ± 0.84 보다 높은 값을 나타내었으며, 배분말은 3.0% 첨가시, CS는 0.5% 첨가시 연도가 높게 평가되었다. Acceptability에서는 K0.3이 8.20 ± 0.45 로 가장 높았고, P3.0과 CS0.5가 각각 7.60 ± 0.55 와 7.20 ± 0.84 로 높은 값을 나타내었다($P<0.001$).

갈비양념을 하지 않은 처리구의 관능검사에서는 Aroma($P<0.01$), Flavor($P<0.01$), Tenderness($P<0.001$), Acceptability($P<0.01$) 항목이 유의차를 나타내었는데, Aroma와 Flavor 항목은 양념 첨가시 유의차를 보이지 않았던 항목으로 생갈비에 처리한 천연연화제 및 품질개선제가 전체적인 향에 영향을 미친 것으로 보인다. Tenderness의 경우 키위분말 및 배분말 모두 처리량이 증가할수록 높은 값을 나타내었으며, CS는 0.5 수준에서 가장 높은 값을 나타내었다. 하지만 Acceptability는 K0.5가 가장 낮은 값(5.00 ± 1.00)을 보였고, 이는 과다연화로 인해 식감이 떨어진 것으로 사료되며, K0.3이 7.40 ± 0.55 의 값으로 적당한 연화수준으로 관측되었다(Fig. 6). 또한 CS0.5는 8.00 ± 1.41 로 가장 높은 값을 나타내었는데, 이러한 결과는 생갈비의 특성상 인산염 성분이 식감을 높여준 것으로 사료된다.

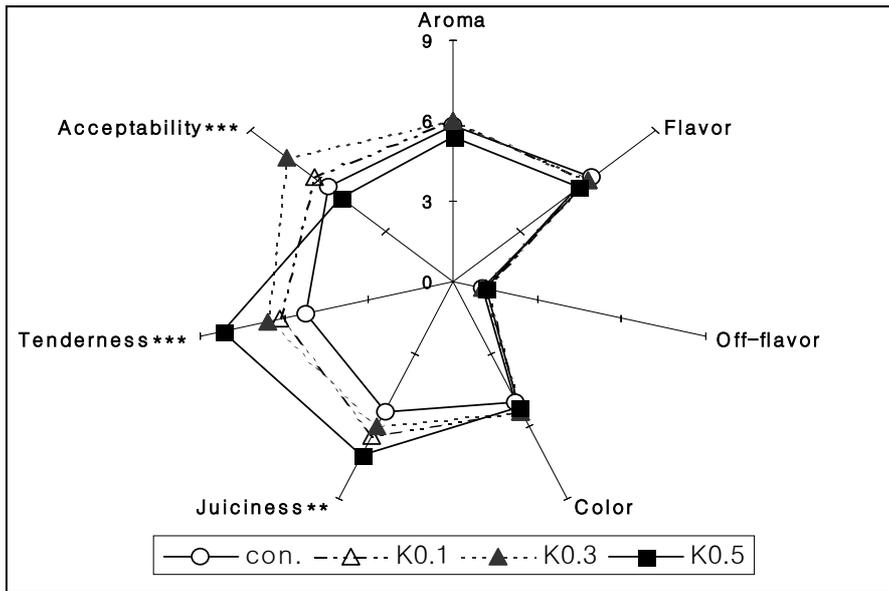


Figure 30. Descriptive analysis with scaling of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with Kiwi powder

(*** : $P < 0.001$, ** : $P < 0.01$)

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder

Table 11. Descriptive analysis with scaling of the low-grade seasoned Hanwoo ribs with natural tenderizers and quality improvement substance

	Aroma	Flavor	Off-flavor	Color	Juiciness**	Tenderness***
Control	6.40±0.89	6.40±1.14	1.00±0.00	6.40±0.55	6.60±0.55 ^{abc}	6.20±0.84 ^d
K0.1	6.60±0.89	6.20±1.79	1.00±0.00	6.40±0.55	6.60±0.89 ^{abc}	6.80±1.10 ^{bcd}
K0.3	6.60±1.41	6.00±1.00	1.00±0.00	6.40±0.55	7.60±1.14 ^a	8.20±0.45 ^a
K0.5	5.80±1.30	6.40±1.67	1.00±0.00	6.00±0.71	6.40±0.55 ^{abcd}	7.60±0.89 ^{ab}
P0.5	5.60±0.89	5.60±1.14	1.00±0.00	5.60±0.55	6.00±1.22 ^{cd}	7.80±0.84 ^{ab}
P1.0	5.20±1.30	6.00±1.41	1.00±0.00	6.00±0.71	6.80±0.45 ^{abc}	5.80±0.84 ^{de}
P3.0	5.60±1.14	6.40±0.89	1.00±0.00	6.40±0.55	6.20±1.10 ^{cd}	6.40±0.55 ^{cd}
CS0.1	4.80±1.64	5.40±1.52	1.00±0.00	5.80±0.45	5.40±0.55 ^d	5.00±1.22 ^e
CS0.3	5.80±1.64	6.40±0.89	1.00±0.00	6.20±0.45	6.80±0.84 ^{abc}	6.00±1.00 ^{de}
CS0.5	5.60±0.14	5.80±0.45	1.00±0.00	5.80±0.45	7.40±0.55 ^{ab}	7.40±0.55 ^{abc}

a, b, c, d, e Means±SD with different superscript in the column differ significantly(*** : P<0.001, ** : P<0.01, * : P<0.05)

Means±SD : 1-3(slight), 4-6(moderate), 7-9(extreme)

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder

P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder

CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS

Table 12. Descriptive analysis with scaling of the low-grade Hanwoo ribs with n tenderizers and quality improvement substance

	Aroma**	Flavor**	Off-flavor	Color	Juiciness	Tenderness***
Control	5.80±0.84 ^b	6.20±1.30 ^{bc}	1.00±0.00	5.00±1.22	5.40±0.89	5.20±0.45 ^{de}
K0.1	6.00±0.71 ^{ab}	6.00±0.71 ^{bc}	1.20±0.45	5.40±1.14	6.40±0.90	6.20±1.30 ^{cd}
K0.3	6.00±0.00 ^{ab}	6.00±1.00 ^{bc}	1.00±0.00	5.40±0.89	6.00±1.41	6.60±1.14 ^{bcd}
K0.5	5.40±0.89 ^{bc}	5.60±0.55 ^{bc}	1.20±0.45	5.20±0.84	7.20±1.64	8.20±0.84 ^a
P0.5	5.40±0.55 ^{bc}	5.60±0.55 ^{bc}	1.20±0.45	5.40±0.89	5.00±1.22	4.60±1.14 ^e
P1.0	4.80±0.45 ^{bc}	5.20±0.84 ^c	1.20±0.45	5.80±0.84	5.60±0.89	5.80±1.30 ^{cde}
P3.0	5.40±0.55 ^{bc}	5.80±0.84 ^{bc}	1.40±0.55	5.40±0.55	6.20±1.10	7.00±0.84 ^{abc}
CS0.1	5.40±0.55 ^{bc}	6.20±0.45 ^{bc}	1.40±0.55	5.80±0.84	6.60±1.14	6.20±0.84 ^{cd}
CS0.3	5.60±0.89 ^{bc}	6.40±0.89 ^{bc}	1.00±0.00	5.20±0.84	5.60±2.07	5.80±1.30 ^{cde}
CS0.5	6.80±0.45 ^a	7.60±0.55 ^a	1.20±0.45	6.20±0.84	7.40±0.55	7.80±0.45 ^{ab}

a, b, c, d, e Means±SD with different superscript in the column differ significantly(*** : P<0.001, ** : P<0.01)
Means±SD : 1-3(slight), 4-6(moderate), 7-9(extreme)

K0.1:0.1% Kiwi fruit powder, K0.3:0.3% Kiwi fruit powder, K0.5:0.5% Kiwi powder

P0.5:0.5% Pear powder, P1.0:1.0% Pear powder, P3.0:3.0% Pear powder

CS0.1:0.1% Polymix-CS, CS0.3:0.3% Polymix-CS, CS0.5:0.5% Polymix-CS

본 실험의 관능검사를 종합해보면, 양념을 첨가하지 않을 경우 천연연화제 및 품질 개선제의 독특한 flavor 등은 갈비양념을 처리하면 처리구별 큰 차이를 보이지 않았으며, Acceptability와 연도 및 다즙성이 많은 부분 상관성을 가지고 있었으나, 과도한 연화는 오히려 Acceptability를 떨어뜨리는 것으로 확인되었다(Table 4).

제 4 절 연화제 및 품질개선제의 혼합사용 최적 조건 개발

1. 실험재료

본 실험에 사용한 저급한우갈비는 저급한우 갈비를 대신할 수 있는 부위를 사용하였다. 농협 하나로 마트에서 도살 24시간 경과후의 한우의 양지살 이용하였다.

천연연화제로는 키위(Kiwi fruit)를 사용하였으며, 키위는 뉴질랜드산, 일반 mart에서 구입하여 사용하였다.

품질개선제로는 (주)서도비엔아이(SDBNI CO., LTD)에서 생산한 육가공용 혼합 인산염(Phosphate Mixture)인 폴리믹스-CS(Polymix-CS)를 사용하였다. 이 폴리믹스-CS는 중합인산염류를 혼합한 제제로서 조성은 $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (폴리인산나트륨), $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (피로인산나트륨), $(\text{NaPO}_3)_n$ (메타인산나트륨)이다.

2. 실험방법

가. 천연연화제의 제조

실험을 위해 키위의 껍질을 벗긴 후, 믹서를 이용하여 세절하고, -50°C 에서 4시간 동안 급속동결한 후, 다시 -80°C 동결건조기에서 72시간 동안 완전 건조시킨 다음 완전 분쇄하여 키위의 분말을 제조하였다.

나. 천연연화제와 품질개선제의 처리

저급한우갈비(양지살)의 무게를 각각 측정된 후, 천연 연화제인 키위분말을 시료중량당 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2.0% 포리믹스-CS는 시료중량당 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%의 무게를 측정하여 각각 배합한 후, 저급한우갈비에 비율별 단일 처리하여, 각 시료를 비닐팩에 넣고, 4℃에서 시간별 실험을 위해 보관하게 되었다. 이렇게 보관되는 시료를 반응 표면 분석법의 절차에 의해 실험을 행하였다.

다. 반응표면분석

반응 표면 분석은 주로 이공 계통에 관련된 통계 기법이다. 반응 표면 분석이 필요한 경우의 예를 한 가지 들면, 어느 화학 제품의 생산량이 미리 조절하는 온도와 압력에 따라 변한다고 할 때, 어느 온도와 압력의 수준에서 가장 높은 생산량이 결과되는지 찾거나, 생산량이 온도와 압력 중 어느 요인에 더 민감하게 반응하는가 등등이다. 이 같은 경우, 실험자가 미리 정확히 조절할 수 있는 온도와 압력 따위를 요인 변수(Factor Variable), 또는 독립 변수(Independent Variable)라 하고 생산량 따위를 반응 변수(Response Variable)라 한다.

각 독립 변수의 실험 수준마다 반응 변수의 값을 얻으면, 이 값들이 곧 반응 표면을 형성하며, 반응 표면 분석에서는 실험으로 얻은 반응 표면을 이차식으로 근사하여 적합한 후, 최적반응(Optimum Response)을 주는 독립 변수들의 최적 조건(Optimum Conditions)을 찾는 것이 일차적인 목표이다. 반응 표면 분석을 잘 하려면, 따라서 실험 계획(Design of Experiments)을 잘 수립해야 하며, 이런 류의 실험을 반응 표면 실험(Response Surface Experiments)이라 한다.

라. MFI(Myofibrillar Fragmentation Index) value 측정

Myofibrillar fragmentation index(MFI)는 Hopkins 등(2000)의 방법에 의해 turbidity methods로 실시하였다. 각 sample의 0.5g muscle sample을 30ml buffer

[0.1M KCl, 1mM EDTA(disodium), 1mM Sodium Azide(NaN_3), 25mM Potassium Phosphate(pH 7.0, 4~5°C), 7mM KH_2PO_4 , 18mM K_2HPO_4] 를 넣고 15,000rpm에서 30초간 homogenization 후, 30초 쉬고 다시 30초 동안 homogenization(0°C 유지)한 후, 1mm의 mesh strainer을 이용하여 connective tissue를 제거하고, 10ml의 buffer로 washing하였다. 이것을 1,000g에서 10분간 2°C에서 centrifuge하여 상층액을 제거한 후 10ml의 buffer를 첨가하고 vortexing하였다(이 과정을 3회 이상 반복). 상층액을 제거한 후 다시 10ml의 buffer를 넣고 잘 혼합한 후 Sigma Protein Assay Kit(Sigma Diagnostics, USA)를 이용하여 농도를 측정한 후, 시료의 농도를 0.5mg/ml의 농도로 희석하여 540nm에서 spectrometer로 측정한 다음, absorbance value에 150을 곱하여 MFI 값을 산출하였다. 각 sample 당 반복수는 3회로 하였다.

마. 보수력(Water-holding capacity)

보수력은 여지 압착법(이와 성, 1988)으로 플렉시 유리판위에 여과지를 놓고, 그 위에 고기표본을 0.5g 놓은 다음 플렉시 유리판을 올리고 상하의 플렉시 유리판을 스크류로 조인 다음 압력 게이지가 있는 압착기로 35~50kg/cm²의 압력으로 2분간 압착하고, 여과지 제거 후, 고기조직이 묻어 있는 면적과 젖어 있는 부위의 면적을 compensating polar plaimeter로 측정하고, 아래의 식으로 보수력을 산출하였다. 보수력 측정은 각 sample당 3회 반복하였다.

$$\frac{\text{Total Area} - \text{Meat Area}}{\text{Meat Area}} = \text{보 수 력}$$

바. 육 색(Meat color)

각 시료의 표면을 넓게 펴서, Colorimeter(Chromameter, CR-210, Minolta, Japan)을 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 L*-값, 적색도(redness)를 나타내는 a*-값, 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 b*-값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L*-값이

a*-값이 -0.43, b*-값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였으며, 모든 sample은 3회 반복하여 측정하였다.

사. 관능 검사

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 10명을 대상으로 MFI, 육색, 보수력 등을 측정하였던 동일한 sample의 일부를 cooking하여 척도묘사분석(descriptive analysis with scaling)을 실시하였다. 1~9점 사이의 점수를 주관적으로 주도록 하였으며, 이때, 풍미와 냄새는 1~3; 약함, 4~6; 보통, 7~9;강함, 불쾌치는 1~3; 약함, 4~6; 보통, 7~9; 강함, 연도는 1~3; 질감, 4~6; 보통, 7~9; 연함으로 점수를 주게 하였다. 10명의 모든 측정값 중 가장 높은 값과 가장 낮은 값을 제외한 8명의 측정값으로 분석하였다.

아. pH

pH meter(Model 5985-80 Digi-Sense pH meter, Cole-parmer Instrument Company, USA)를 이용하여 각각의 동일한 sample을 측정하였다.

pH측정은 각 sample당 3회 반복하였다.

자. 전단력

심부의 온도가 70℃에 도달할 때까지 오븐에서 조리한 시료를 Chen등(1981)의 방법에 의해 근섬유방향으로 1cm×1cm×1cm(가로×세로×두께)로 잘라서

Instron(Model 1000, England)의 puncturable too(Warner-Bratzler shear force meter)을 이용하여 측정하였다. Instron 측정조건은 LOAD transducer type을 50kg(1001b)으로 하였고, Range는 5(1), Crosshead control은 50min/ min 그리고 Chart speed는 200min/min으로 각각 고정하여 실시하였다.

차. 통계 분석

모든 자료의 통계처리는 SAS 통계프로그램을 이용하여 분산분석을 수행하였고, 평균간 유의성 검정은 던칸(Duncan)의 멀티플 레인지 테스트(Multiple range test)로 처리간의 결과 차이를 분석하였다(SAS, 1999).

3. 결과 및 고찰

가. MFI(Myofibrillar Fragmentation Index) Value

MFI value는 근원섬유 소편화지수를 알아보는 실험으로 그 값이 높을수록 근원섬유의 소편화 정도가 높은 것이며, 식육에 있어 MFI value가 높을수록 더 연하다고 설명된다(Hopkins 등, 2000).

다음의 그래프들은 천연연화제(키위 분말) 및 품질개선제(Polymix-CS)를 혼합하여 저급한우갈비(양지살)에 처리한 후, 측정된 MFI value를 그래프로 나타낸 것이며, 시간의 경과에 따른 소편화 지수를 알아보기 위하여 천연연화제 및 품질개선제만을 저급한우갈비에 처리한 후, MFI value를 측정하여 그 측정값을 그래프로 나타내었다.

다음 그래프는 1일에서 5일간의 키위분말과 인산염의 혼합한 것을 시간의 경과별로 MFI value를 측정하는 것이다.

24시간 경과후의 근원섬유 소편화지수를 나타낸 그래프를 보면 인산염은 0.16%정도에 키위는 0.4%정도 범위에서 가장 연도가 좋은 것으로 나왔다.

48시간 후에는 인산염은 0.15%이고 키위는 0.5%정도 범위에서 가장 연도가 우수하게 나왔다.

72시간이 경과후에는 인산염은 0.2%정도에 키위가 0.3%정도에서 MFI값이 가장 높게 나왔다. 시간이 경과할수록 키위의 함량이 높아 질수록 더 MFI값이 높아 지는 것을 볼 수 있다. 96시간이 지난후의 결과는 인산염은 0.05%정도에 키위는 1.8%정도에서 가장 MFI가 높게 나왔다. 즉 3일 이상의 시간이 지나야 천연 연화제에 의해 단백질이 거의 분해 될 수 있다고 사료된다.

120시간이 흐른뒤에도 역시 키위의 함량이 높을수록 MFI값이 높게 나오는 것을 볼 수 있다. 즉 2일 이전에는 키위의 %를 0.5정도의 수준으로 유지하는 것이 MFI의 값을 높게 유지 할 수 있을 것이라고 사료되고, 시간이 경과할수록 MFI값은 상대적으로 높게 유지되는 것을 알 수 있다.

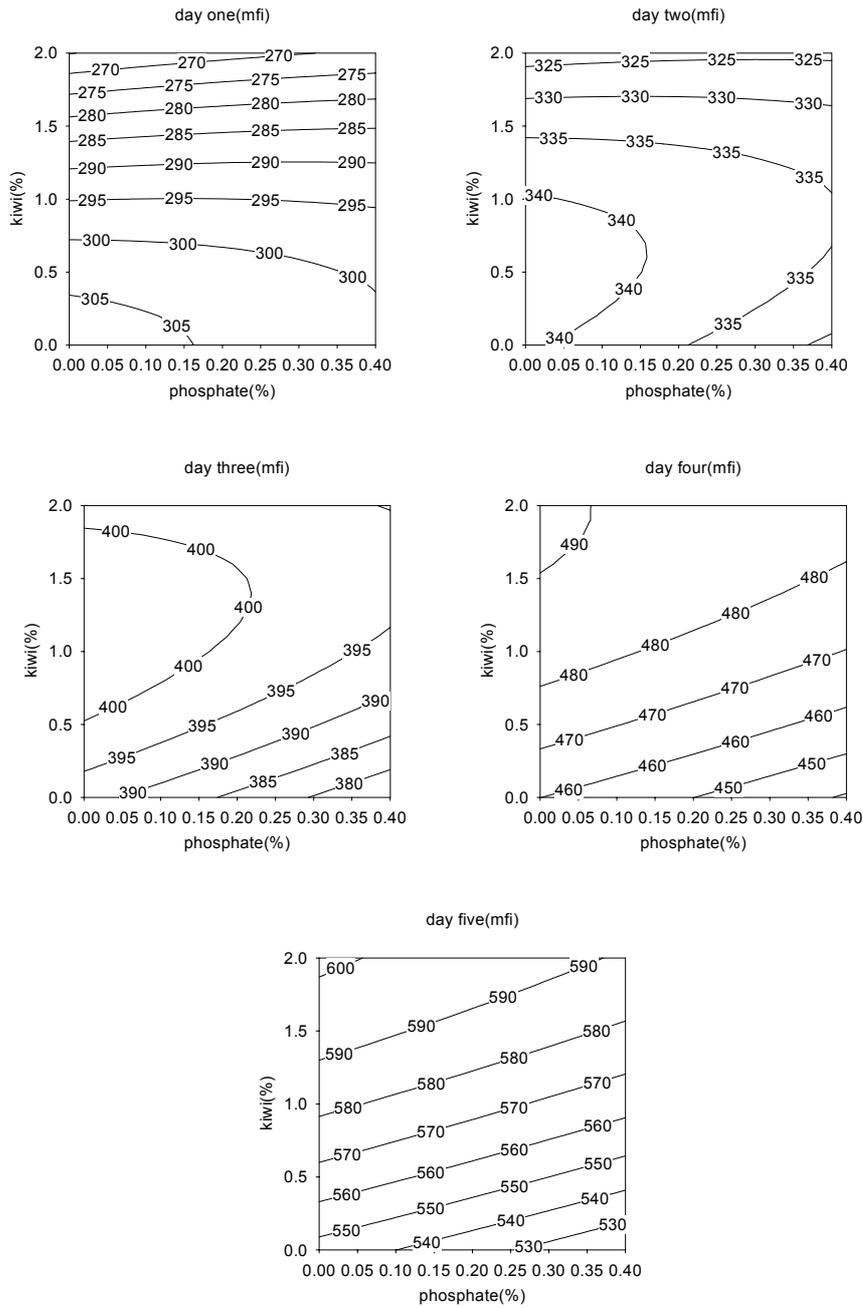


Figure 31. Contour plot of MFI(Myofibrillar Fragmentation Index) of beef rib as affected by kiwi and phosphate

나. 보수력(Water-Holding Capacity)

본 실험에서 보수력 측정결과를 아래의 그래프로 나타내었다.

키위분말 첨가량이 증가할수록 보수력의 저하가 확인되었으며, 시간의 경과로 인해서 보수력이 급격히 감소됨을 확인하였다. 보수력에 있어 24시간 경과후의 결과는 키위 0.1%정도와 인산염 0.1% 정도 범위에서 가장 높게 나왔으며 키위의 함량이 높아질수록 보수력이 감소하는 것을 알 수 있다. 48시간 경과후에도 키위의 함량이 높아 질수록 보수력의 감소를 보이며 24시간 보다 더 보수력 감소를 가져오는 것을 볼 수 있으며, 보수력의 감소는 급격하게 떨어지는 것을 알수있다.

72시간이 지난후의 보수력도 역시 키위의 함량이 높아지면 보수력이 감소를 보이고, 인산염의 함량이 증가 할수록 보수력이 유지되는 것을 알 수 있다.

96시간이 경과한 후에도 역시 인산염이 보수력을 유지해 주는 것을 알 수 있지만 키위의 함량이 높아질수록 급격하게 보수력이 감소하는 것을 볼수 있다.

120시간 경과후를 키위분말의 첨가량 증가로 인해서 매우 급격하게 보수력이 감소함을 알 수 있다. 72시간이후의 보수력 감소는 눈으로 관찰될 만큼 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다.

전체적으로 시간이 지남에 따라 보수력이 현저하게 감소하는 것을 볼수 있다.

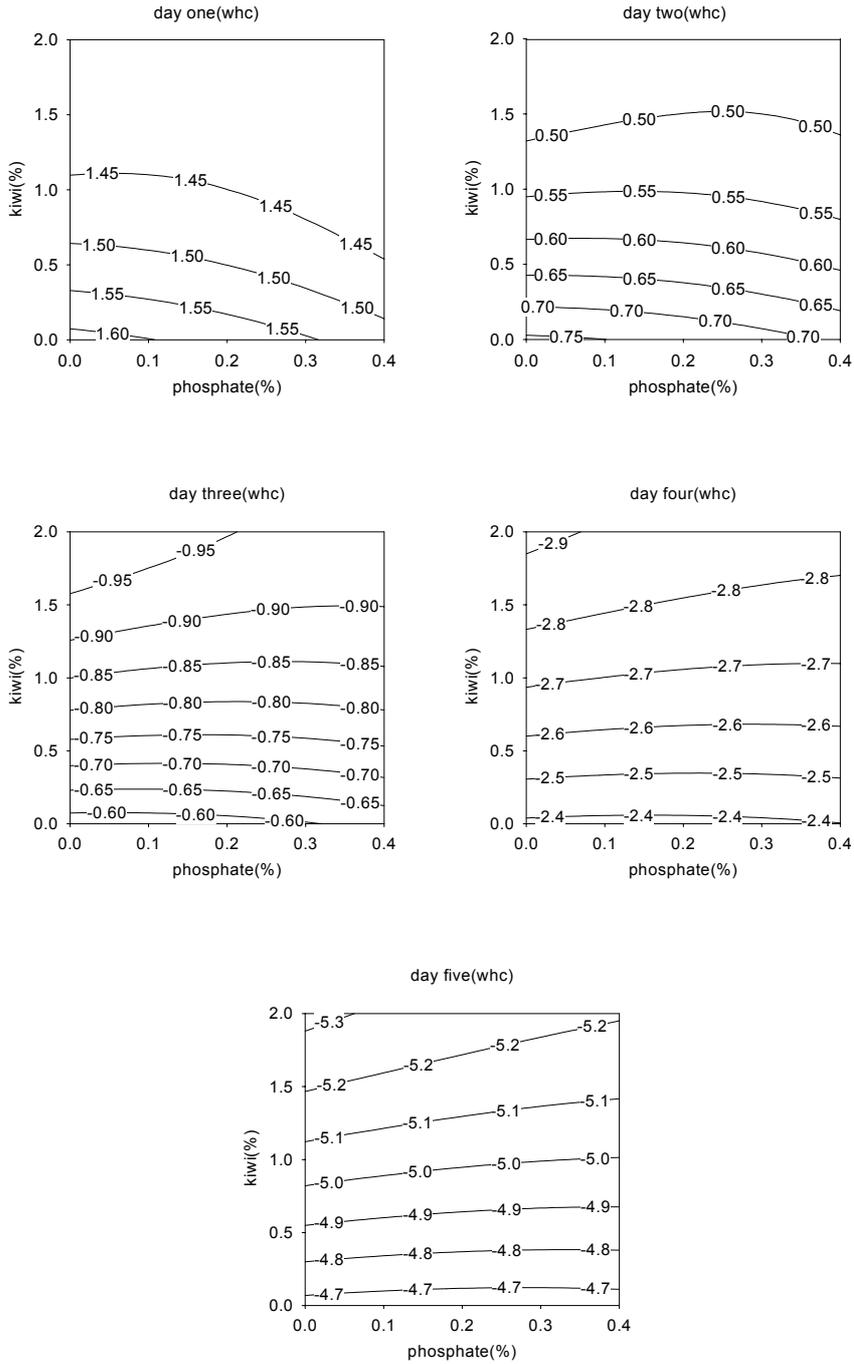


Figure 32. Contour plot of WHC(water-holding capacity) of beef rib as affected by kiwi and phosphate

다. Meat Color

본 실험의 meat color는 L*-value, a*-value, b*-value를 각 처리구별 측정하였으며, 각각의 그래프는 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 meat color를 각각 나타내었다. 다음 그래프들은 1일부터 5일까지의 육색의 변화를 측정한 것이다.

1). L*-value

L*-value값은 24시간이 경과후의 그래프를 보면 키위의 함량이 증가할수록 백색도의 값이 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 48시간후의 백색도를 보면 키위의 함량이 더 낮아졌음에도 불구하고 24시간경과후의 결과처럼 나타난 것을 볼 수 있는데 이는 시간이 경과할수록 그리고 키위의 함량이 증가할수록 백색도가 증가한다는 것을 알 수 있다. 백색도는 24시간 경과 후에는 키위1.5%이상과 인산염0.4% 이상에서 가장 높게 나왔다. 키위와 인산염의 함량이 높을수록 백색도의 값이 증가함을 알 수 있다. 48시간의 경과후에도 3일 4일, 5일이 지난 후에도 키위와 인산염의 함량이 높을수록 백색도의 값이 증가하고 시간이 경과할수록 백색도의 값이 증가함을 볼 수 있다.

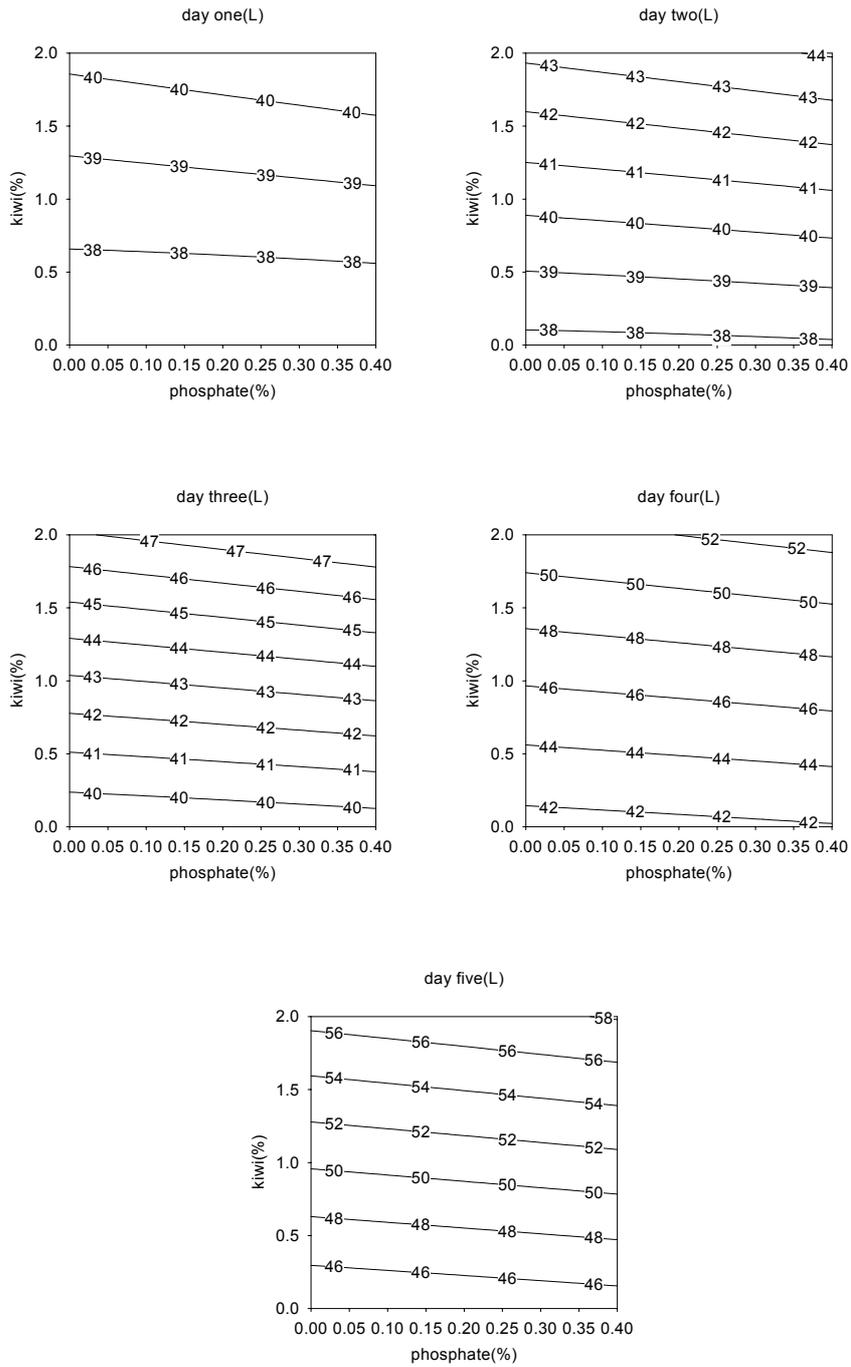


Figure 33. Contour plot of L-value of beef rib as affected by kiwi and phosphate

2). a^* -value

a^* -value인 적색도를 보면 키위 분말의 함량이 낮을수록 적색도의 값이 높게 나타난다는 사실을 알 수 있는데 24시간후의 그래프를 보면 키위 0.1%정도 범위에서 상대적으로 적색도가 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 인산염으로 인한 적색도의 변화는 크게 없는 것으로 볼 수 있다. 48시간의 경과후의 그래프를 보면 0.3%정도 범위의 키위함량에서 적색도가 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 72시간 경과후의 그래프를 보면 상당히 a^* -value의 값이 감소한 것을 볼 수 있는데 이는 72시간을 기점으로 상대적으로 적색도의 값이 급격하게 감소한다는 사실을 알 수 있다. 96시간 경과후의 그래프와 120시간후의 그래프에서도 보이듯이 키위의 함량이 증가할수록 시간이 경과할수록 적색도는 감소한다는 사실을 알 수 있다.

24시간이 경과후의 결과는 키위의 함량에 따라서 적색도의 값이 변하는 것을 볼 수 있다. 키위의 함량이 증가할수록 적색도의 값이 감소하는 것을 알 수 있다. 그리고 이런 감소가 3일 정도는 서서히 감소하지만 3일 이상의 것은 적색도의 값이 급격히 변하는 것을 볼 수 있다.

키위의 0.5%내외로 3일 이전의 것이 적색도에 있어서는 좋다고 할 수 있다. 4일과 5일이 경과한 것의 적색도는 처음의 것보다 상당히 감소한 것을 볼 수 있다.

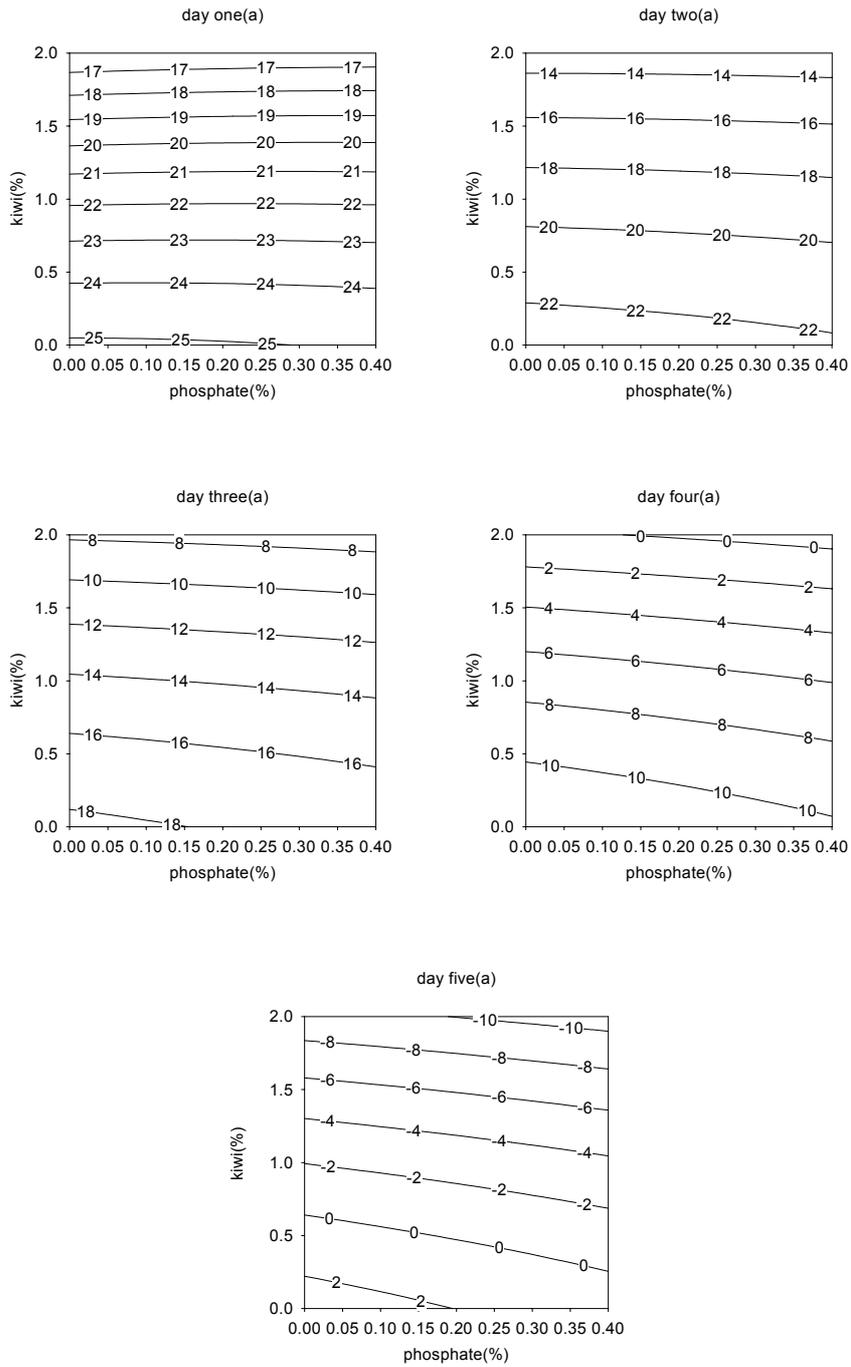


Figure 34. Contour plot of a-value of beef rib as affected by kiwi and phosphate

3). b*-value

b*-value인 황색도를 보면 24시간후의 그래프를 보면 키위0.4%정도의 범위에서 상대적으로 황색도가 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 48시간후의 그래프로 보면 키위 0.5%와 인산염 0.2%의 범위에서 황색도가 높게 나타난 사실을 볼 수 있다. 24시간과 48시간의 황색도 변화의 차이는 크게 나타나지는 않았다. 72시간 경과후의 그래프를 보면 0.3%의 키위함량과 0.06%의 인산염 함량에서 황색도가 높게 나왔으며, 96시간 경과후와 120시간 경과후의 결과는 키위함량이 0.5%정도에서 황색도를 높게 유지 할 수 있다고 할 수 있다. 시간의 경과와 키위함량의 증가로 인해서는 황색도가 감소함을 알 수 있다.

24시간이 경과후의 결과는 키위의 함량이 낮을수록 높게 나왔으면 인산염의 영향은 크게 받지 않는 것으로 나왔다. 그러나 48시간이 경과 후에는 조금씩 인산염의 영향을 받는 다고 볼 수 있고, 역시 키위의 함량이 높을수록 황색도의 값이 낮게 나왔다. 48시간 경과까지는 황색도의 감소가 크지 않았으나 3일 이후의 결과는 황색도의 감소가 크게 나온 것을 알 수 있다.

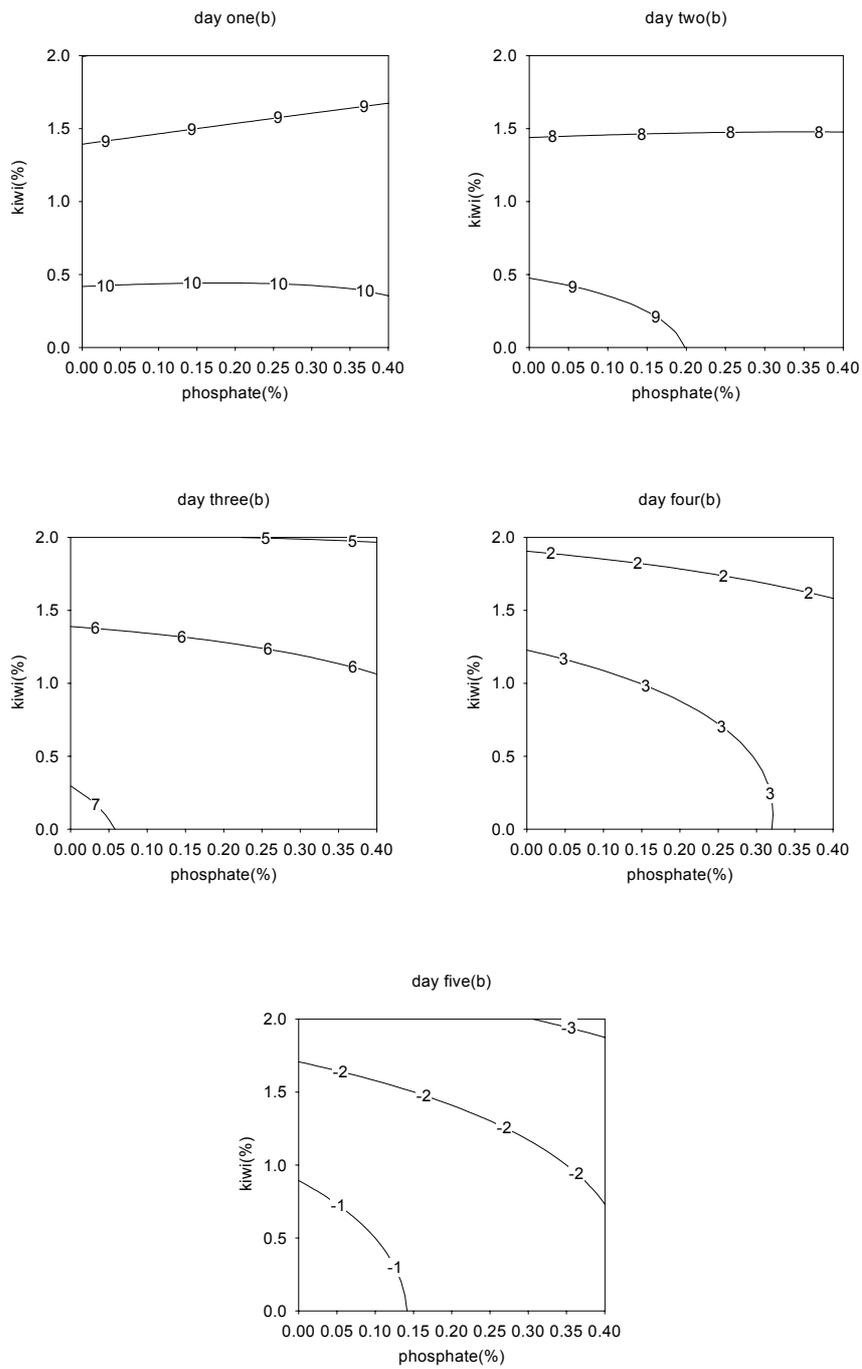


Figure 35. Contour plot of b-value of beef rib as affected by kiwi and phosphate

라. 관능 검사

다음 그래프들은 저급한우갈비(양지살)에 천연연화제 및 품질개선제를 첨가한 처리구의 척도묘사분석(Descriptive analysis with scaling)의 결과를 나타낸 것이다.

Aroma(냄새), Flavor(풍미), Off-flavor(불쾌취), Color(육색), Juiciness(다즙성), Tenderness(연도), Acceptability(기호성)을 나타내었다.

1) Aroma

Aroma는 코로 냄새를 느끼는 값으로 시간의 경과에 따라서 점점 증가한 것을 볼 수 있다. 24시간후 그래프를 보면 키위의 함량이 높은 것이 상대적으로 aroma의 높은 값을 나타내었다. 키위 1%범위를 보면 5.5정도의 값을 나타내었다. 48시간후의 그래프에서도 역시 키위의 함량이 증가할수록 aroma의 값이 증가하는 것을 알 수 있다. 키위 1%정도 범위에서는 6정도를 나타내고 있다. 이는 48시간까지의 aroma의 경우는 보통으로 관능검사요원들이 느낀다는 것을 알 수 있다. 72시간이 지난 것을 보면 키위의 함량이 높은 것이 aroma의 값을 높게 나타냈고, 96시간과 120시간이 지난 것의 그래프를 보아도 역시 키위의 함량이 증가할수록 aroma의 값이 증가하는 것을 알 수 있다. 냄새의 경우는 시간이 경과함에 따라서 더욱 선호하는 것을 알 수 있고 키위의 함량이 높은 것일수록 검사요원들이 느끼는 냄새는 높게 나타났다. 1일 경과 후와 5일 경과후의 결과를 보면 거의 두배 정도로 냄새가 나는 것을 볼 수 있다.

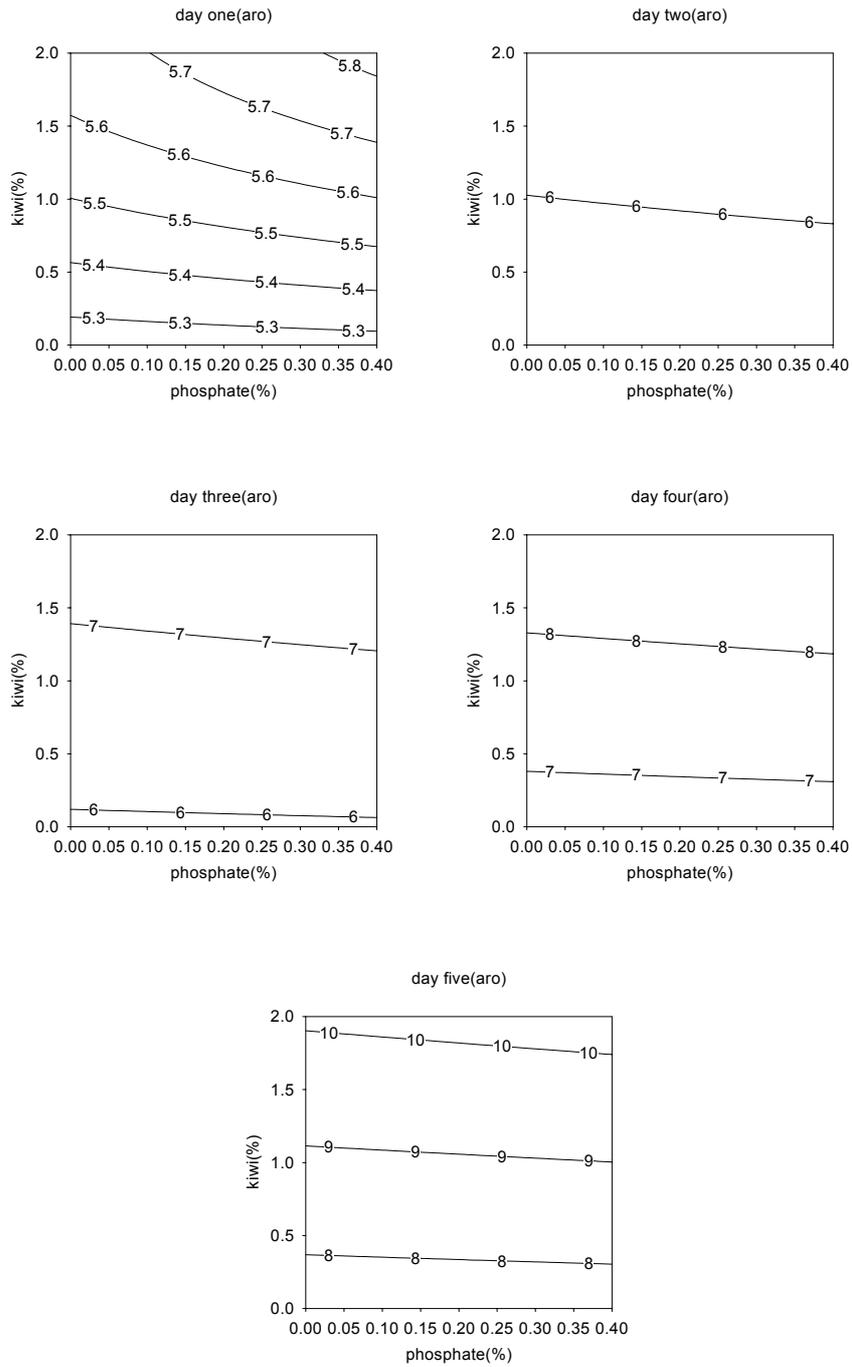


Figure 36. Contour plot of Aroma of beef rib as affected by kiwi and phosphate

2) Flavor

Flavor는 고기를 입 속에서 씹었을 때 느끼는 맛을 나타내는 것으로 역시 시간의 경과에 따라서, 키위의 함량이 증가함에 따라서 flavor의 값이 증가하는 것을 알 수 있다. 같은 flavor 값을 느끼는 것이 시간의 경과에 따라서 키위의 함량이 낮은 곳에서 동일한 수준의 flavor를 느끼는 것으로 나타났다. 24시간후의 그래프에서는 인산염의 증가가 미비한 변화를 야기 시키는 것으로 나타났다. 48시간후의 그래프에서도 키위의 함량이 높은 것이 flavor의 값이 높게 나왔다. 72시간후의 그래프와 96시간과 120시간의 경과후의 그래프 역시 키위의 함량이 높은 것이 flavor의 값이 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 즉 flavor의 값은 키위의 함량이 증가할수록 증가한다고 할 수 있다.

풍미 역시 시간이 경과함에 따라서 증가한 것으로 결과가 나왔다. 그리고 역시 키위의 함량이 높을수록 더욱 풍미가 증가한 것을 볼 수 있다.

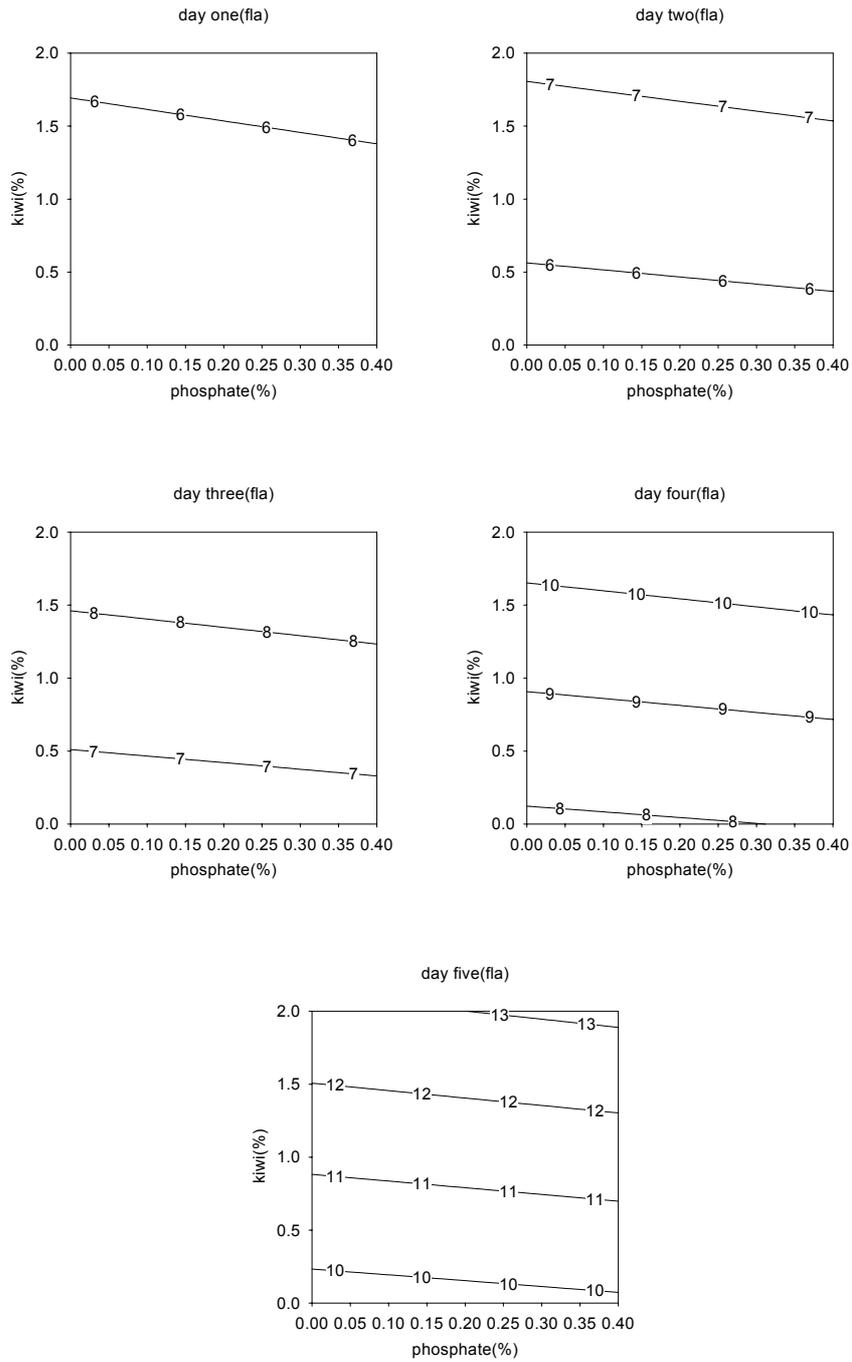


Figure 37. Contour plot of Flavor of beef rib as affected by kiwi and phosphate

3). Color

Color는 cooking후의 각sample을 눈으로 느끼는 육색을 나타내는 것으로 24시간 경과후의 그래프를 보면 키위 2%와 인산염 0.1% 범위에서 상대적으로 color의 값이 높게 나왔다. 그러나 전체적인 키위의 함량의 변화에 비하면 color의 값의 변화는 매우 미비한 것이라고 할 수 있다. 48시간후의 그래프를 보면 인산염 함량의 증가보다는 키위의 함량 변화에 따라서 color의 변화가 조금 있는 것으로 나왔다. 72시간후의 그래프도 48시간후의 그래프와 비슷한 결과를 나타내고 있다. 96시간후의 그래프에서부터 color의 값이 상대적으로 크게 감소하는 것을 볼 수 있다. 120시간의 경과후의 그래프에서 나타난 인산염 0.35% 이상에서는 육안에서 관찰 할 수 있는 color의 값이 가장 감소한 것을 알 수 있다.

검사요원들이 느끼는 육색은 시간이 경과할수록 감소한 것으로 나왔다. 육색의 감소는 미비한 것으로 느끼는 것 같다.

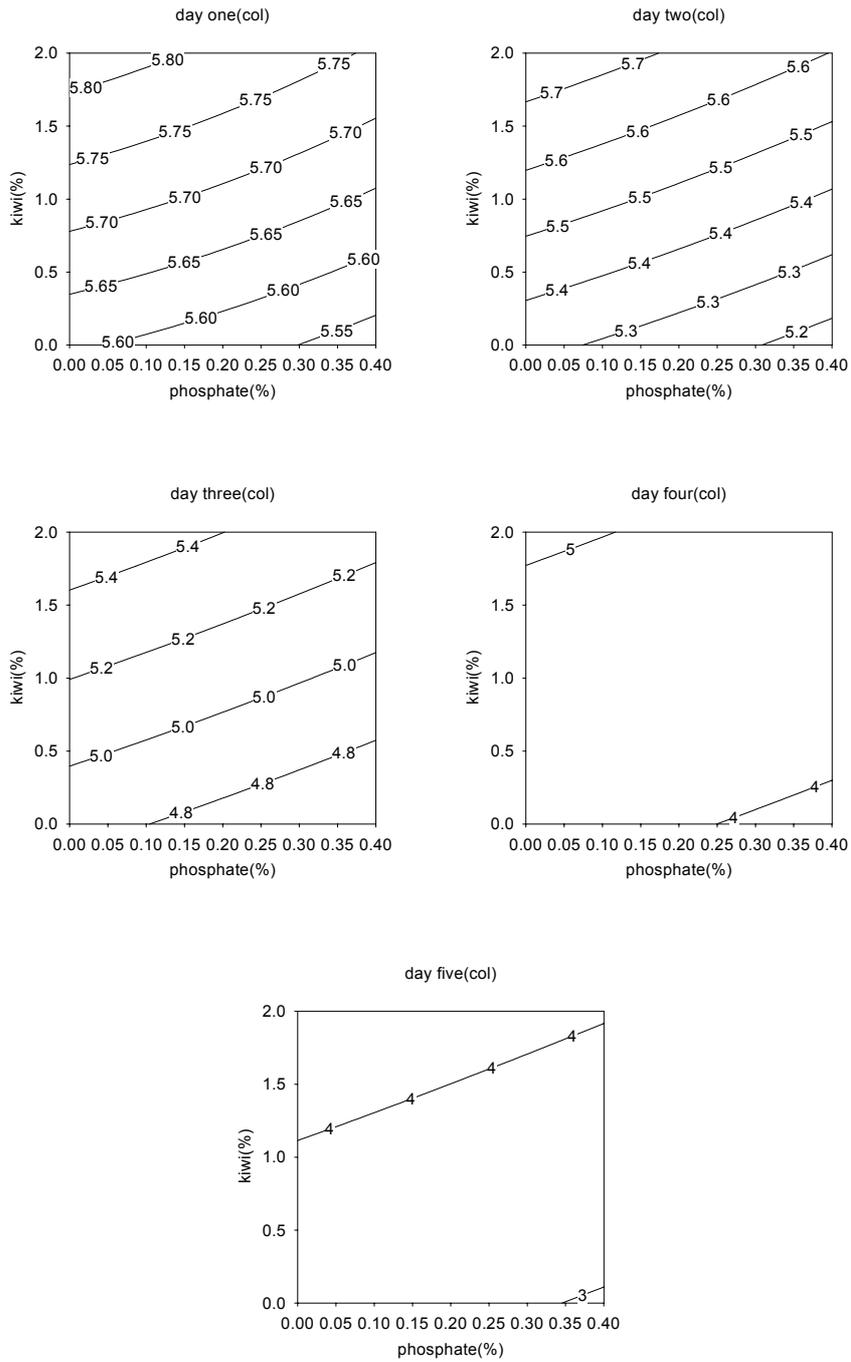


Figure 38. Contour plot of Color of beef rib as affected by kiwi and phosphate

4). Juiciness

Juiciness는 다즙성을 나타내는 것으로 조리된 sample을 입속에서 느끼는 육즙의 양을 값으로 나타낸 것이다. 24시간후의 그래프를 보면 인산염의 증가와 키위의 증가가 다즙성의 값을 높게 한다는 것을 알 수 있다. 48시간후의 그래프에서도 키위의 함량과 인산염의 함량이 높은 것이 다즙성이 높게 나왔으며 24시간과의 차이는 별로 없는 것으로 나타났다. 72시간후의 그래프와 96시간과 120시간의 그래프에서 보듯이 시간이 경과함에 따른 다즙성의 변화는 미비한 것을 볼 수 있다.

다즙성은 시간이 경과할수록 조금은 높게 나왔지만 거의 변화가 없는 것으로 볼 수 있다. 이것 역시 키위의 함량이 높을수록 다즙성 역시 높게 나왔지만 차이는 별로 없는 것을 알 수 있다.

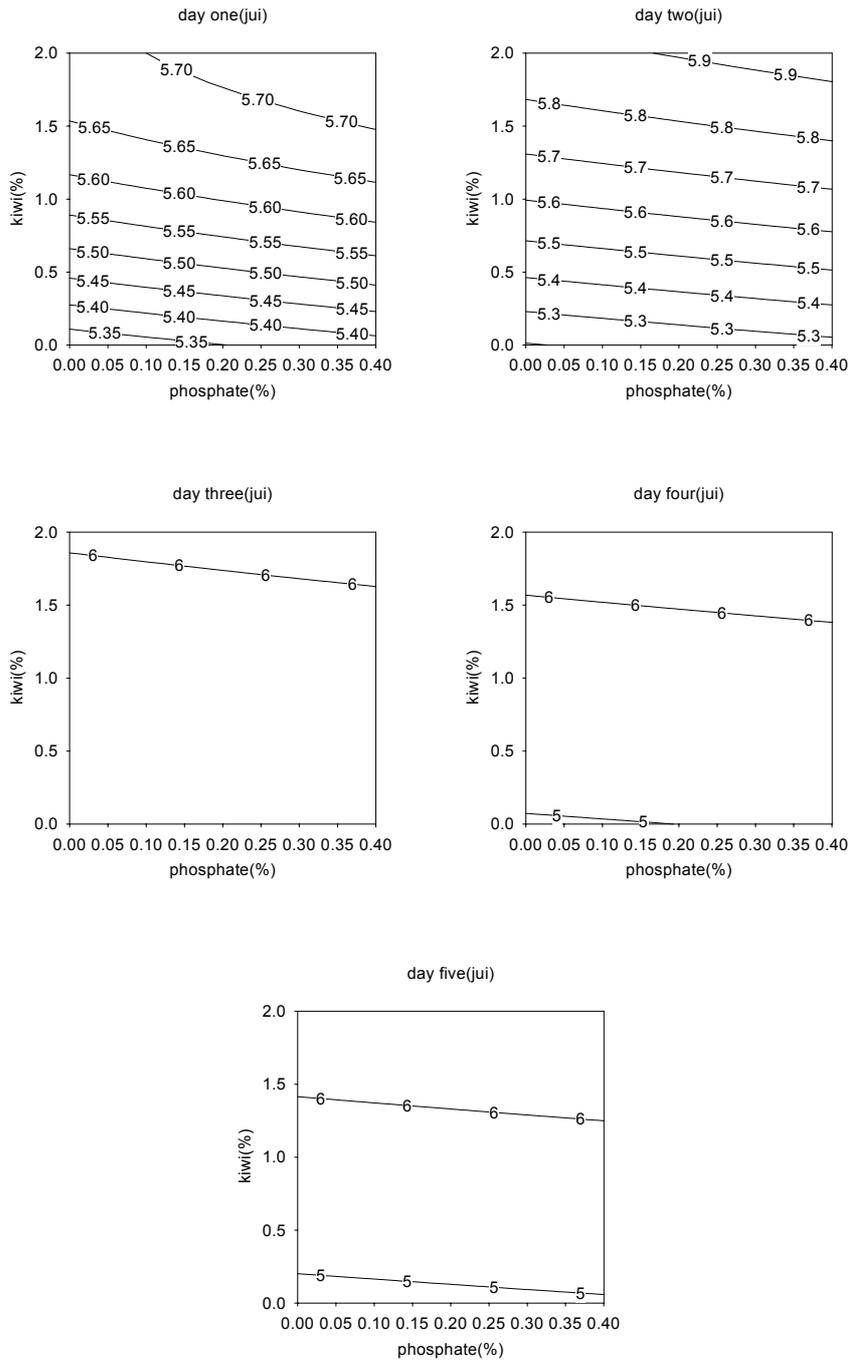


Figure 39. Contour plot of Juiciness of beef rib as affected by kiwi and phosphate

5). Tenderness

Tenderness는 입속에서 느껴지는 연도를 값으로 나타낸 것이다. 24시간 경과후의 그래프를 보면 키위는 1%, 인산염은 0.36% 범위 정도에서 가장 연도가 높게 나왔다. 48시간의 후의 그래프를 보면 키위 1.3%, 인산염 0.25% 범위의 정도에서 가장 연도가 높게 나왔다. 24시간에 비해 키위의 함량은 증가했지만 인산염의 함량은 조금 감소한 상태에서 연도가 높게 나온 것을 볼 수 있다. 72시간후의 그래프에서는 키위 1.7%, 인산염 0.33% 범위 정도에서 연도가 우수한 것으로 나왔다. 키위 함량 역시 증가한 것을 볼 수 있다. 96시간후의 그래프를 보면 키위의 함량의 변화로 인해서 연도의 차이가 나타나는 것을 볼 수 있다. 키위 함량이 높을수록 연도 역시 높게 나왔다. 120시간후의 그래프에서도 역시 키위의 함량이 높은 것이 연도의 값이 높게 나온 것을 볼 수 있다. 즉 시간의 경과에 따라서, 키위의 함량이 증가할수록 연도가 높게 나오는 것을 알 수 있다.

24시간의 경과후의 연도는 키위1.0%정도에서 가장 높게 나왔다. 48시간이 경과 후에는 1.3%정도에서 높게 나왔다. 3일 경과 후에는 1.5%정도 이렇듯 시간이 지나갈수록 또한 키위의 함량이 많아질수록 연도가 증가하는 것을 알 수 있다. 하루나 이틀 정도 양념된 후 유통된다면 1.0%정도가 가장 좋다고 결과를 내릴 수 있다.

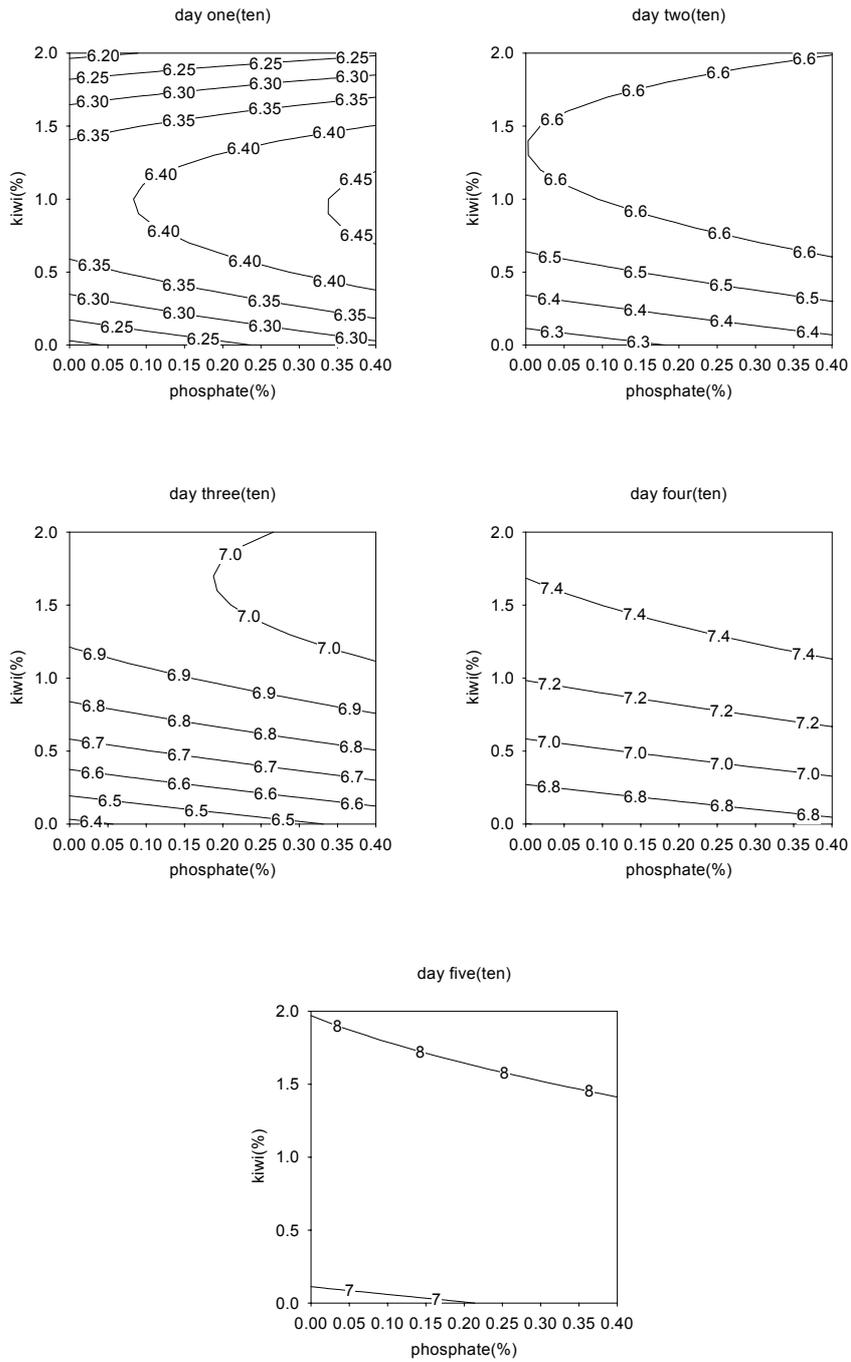


Figure 40. Contour plot of Tenderness of beef rib as affected by kiwi and phosphate

6). Acceptability

Acceptability는 관능검사요원의 전체적인 기호성을 나타내는 것이다. 전체적인 aroma, flavor, off-flavor, color, juiciness, tenderness, 등을 주관적 판단에 의해 값으로 나타낸 결과이다. 24시간후의 그래프를 보면 키위 1.8%, 인산염 0.05% 정도 범위에서 가장 기호성이 우수한 것으로 나왔다. 그리고 48시간후의 그래프를 보면 키위와 인산염의 증가가 기호성을 높이는 것을 알 수 있다. 72시간후의 그래프를 보면 역시 키위함량의 증가가 기호성의 증가를 보이며, 96시간과 120시간후의 그래프를 보면 거의 비슷한 기호성을 가지는 것을 볼 수 있다. 기호성의 변화는 거의 미비한 것으로 보인다. 기호성은 2일 경과 후부터는 거의 비슷한 결과를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 키위의 함량이 높은 것일수록 기호성이 우수한 것으로 보인다.

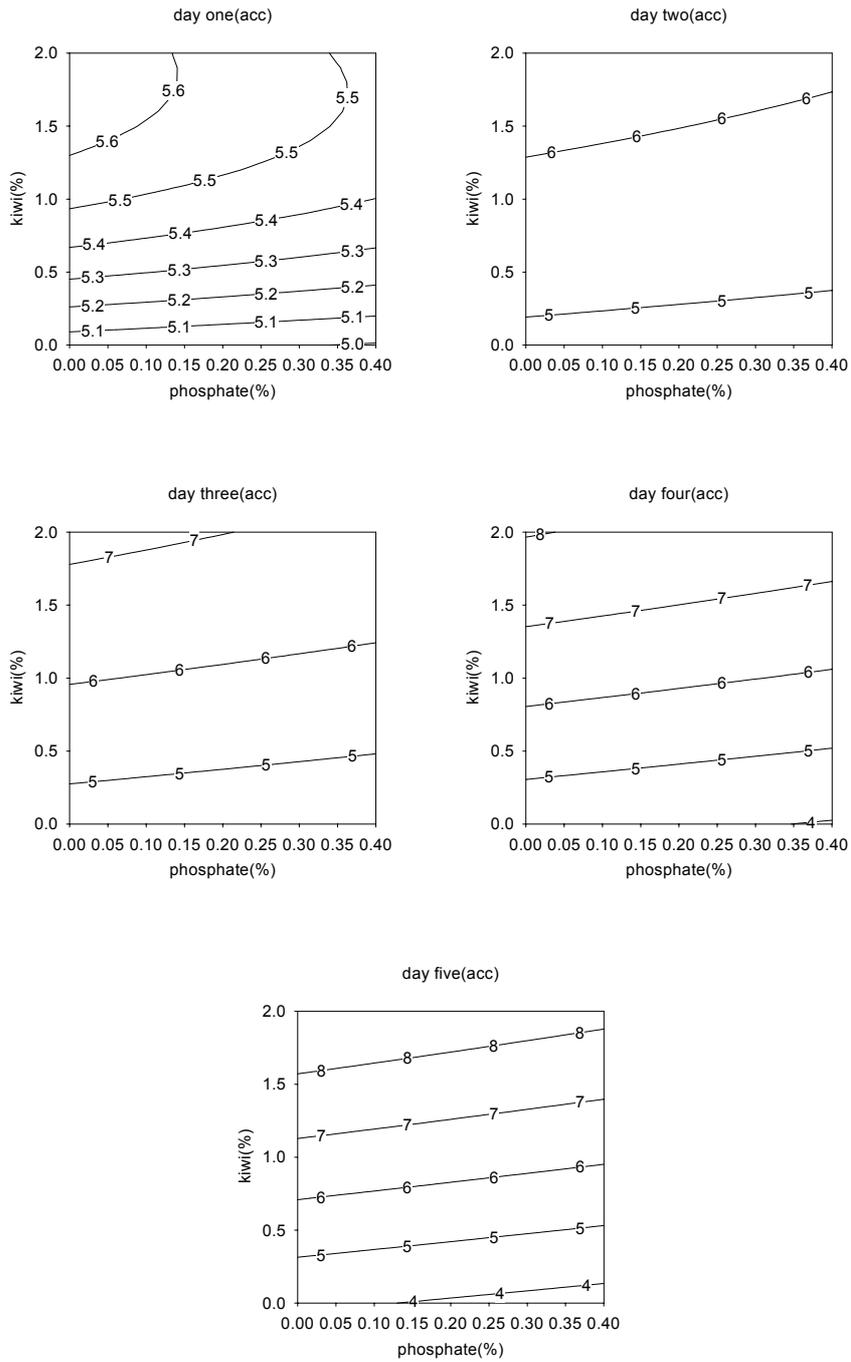


Figure 41. Contour plot of Acceptability of beef rib as affected by kiwi and phosphate

7). Off-flavor

Off-flavor는 불쾌하게 느껴지는 냄새와 맛을 값으로 나타낸 것이다. 실험기간 동안 불쾌취는 거의 미비한 변화를 가져오다가 96시간 이후부터는 신맛이 강하게 나면서 불쾌취를 느끼게 되었다. 24시간후의 그래프를 보면 키위의 함량이 낮은 것이 더 높은 불쾌취 수치를 나타내는 것을 볼 수 있다. 그러나 신맛의 강도는 키위의 함량이 증가할수록 강하게 느껴진다. 48시간과 72시간 그리고 96시간과 120시간 경과후의 그래프를 볼 때 거의 미비한 변화가 나타났다. 불쾌취는 키위의 함량이 높을수록 불쾌취가 낮은 것으로 나왔다. 또한 시간이 경과할수록 불쾌취가 감소하는 것을 볼 수 있었다.

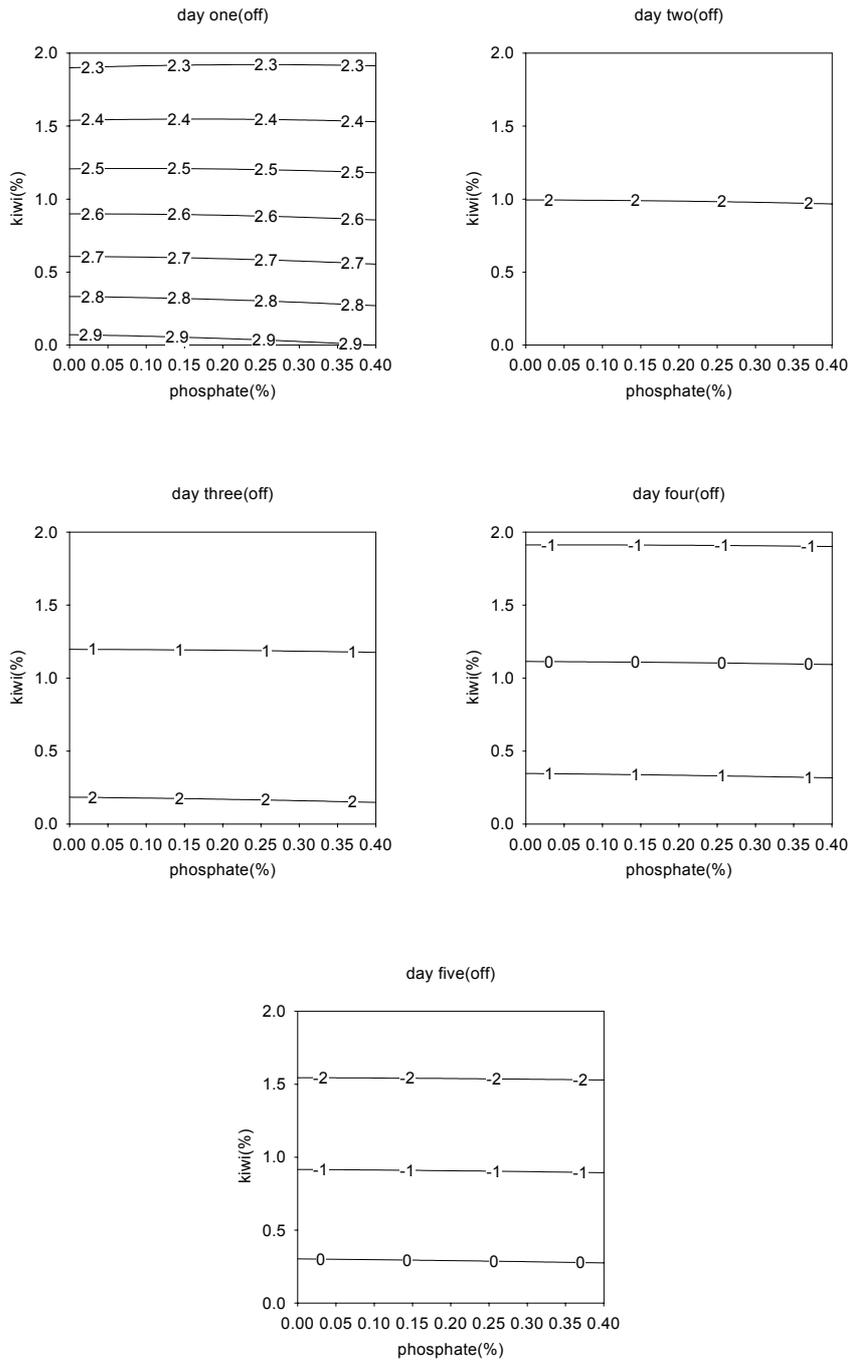


Figure 42. Contour plot of Off-flavor of beef rib as affected by kiwi and phosphate

마. pH

pH는 시간이 지남에 따라서 키위의 함량이 증가할수록 pH의 값이 낮아지는 것을 볼 수 있다. pH는 키위의 함량의 증가와 시간의 경과에 따라서 조금씩 증가하는 것을 볼 수 있다. 24시간 경과후의 그래프에서 키위 0.5%에서 pH는 5.33정도를 나타냈다. 역시 48시간의 pH도 24시간의 것과 거의 비슷한 결과를 보이고 있다. 48시간후의 그래프를 보면 48시간 이후로부터 점점 pH가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 72시간후의 그래프를 보면 키위 0.5%에서 pH는 5.25를 나타내었다. 96시간후의 그래프를 보면 키위 0.5%일 때 pH는 5.15를 나타내었다. 그리고 120시간의 키위 0.5%의 pH값은 5.04를 나타내었다. 시간의 경과와 키위 함량의 증가가 pH값을 낮추는 것으로 볼 수 있다.

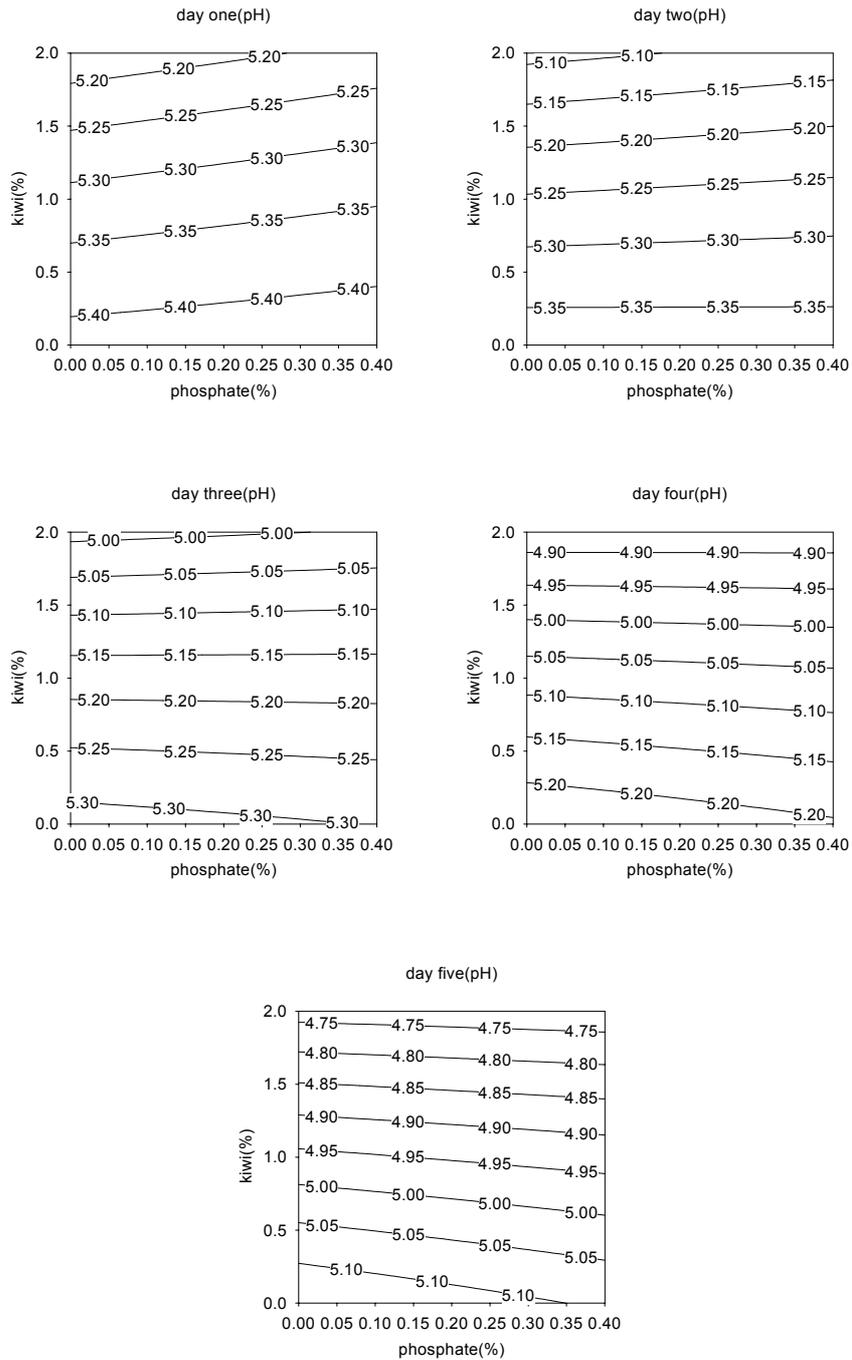


Figure 43. Contour plot of pH of beef rib as affected by kiwi and phosphate

바. 전단력

시간이 경과함에 따라 전단력이 낮아지는 것을 볼 수있다. 전단력이 낮아진다는 것은 고기의 연도가 높다는 것을 보여주는 것이다. 키위를 1.0%미만으로 처리한 것 일수록 시간이 경과함에 따라서 전단력이 감소하는 것으로 나왔다.

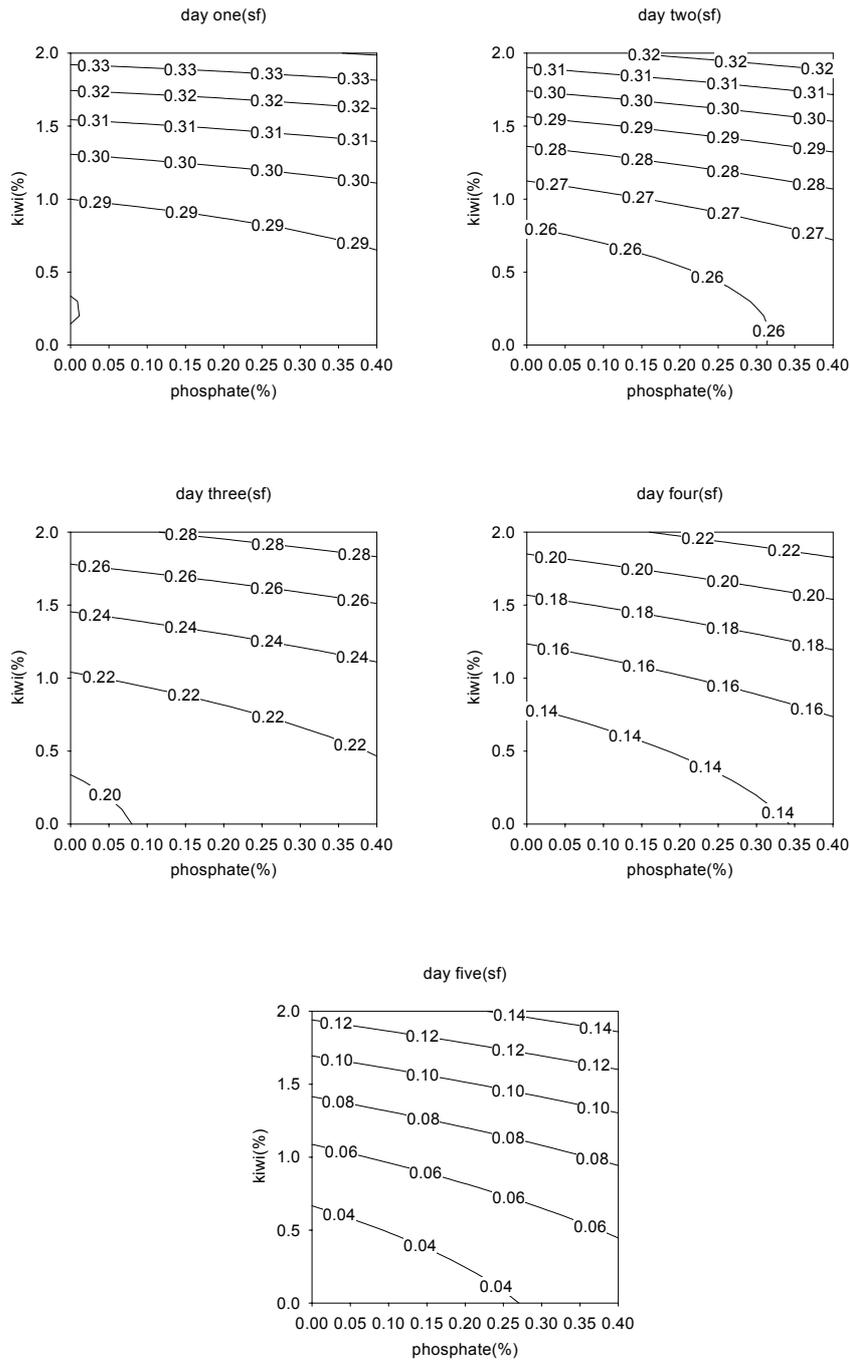


Figure 44. Contour plot of Shear force of beef rib as affected by kiwi and phosphate

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

구분	연구개발 목표	달성도 및 기여도
1차 년도 (2001)	양념한우갈비의 저장 중 품질변화 조사 및 유통과정 중 육색 유지 기술 개발	<p>①냉장 저장 중 포장 방법에 따른 품질 변화 조사 분석을 통한 유통기간 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> • 진공포장 저장 중 미생물학적, 관능적, 이화학적 품질 특성 변화 분석 • 가스포장 저장 중 미생물학적, 관능적, 이화학적 품질 특성 변화 분석 • 호기적포장 저장 중 미생물학적, 관능적, 이화학적 품질 특성 변화 분석 <p>②양념한우갈비의 유통과정 중 육색 유지 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 각종 양념이 육색에 미치는 효과 분석 • 마늘성분과 myoglobin의 반응 분석 • Oxymyoglobin의 유지 조건 분석
2차 년도 (2002)	저등급 한우갈비의 연도 및 식감을 개선할 수 있는 연화제 및 품질개선제 개발	<p>①식물성 천연연화제 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 식물성 단백질 분해물질과 한국 전통적인 마리네이딩 재료를 이용한 연화제 기술 확립 <p>②품질개선제 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다즙성 및 식감 증진을 위한 품질 개선제 기술 확립 <p>③식물성 천연연화제와 품질개선제의 혼합사용 최적조건 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혼합사용시 상승효과 및 역효과 분석을 통한 최적조건 확립

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

1. 냉장 저장 중 포장방법에 따른 품질 변화 조사분석을 통한 유통기간 확립
2. 양념한우갈비의 유통과정 중 육색 유지 기술 개발
3. 식물성 천연 연화제 개발
4. 품질개선제 개발
5. 식물성 천연연화제와 품질개선제의 혼합효과 및 조건

이상의 것들로 국내에서는 많이 사용되지 않는 가스포장에 대한 기술적인 정보를 축적 할 수 있다. 양념갈비의 육색에 주로 영향하는 요인을 분석할 수 있게 된다. 이것은 단순히 양념갈비 뿐만아니라, 다른 육지물 또는 육제품에도 응용할 수 있다.

국내산 양념의 물성에 대한 기초자료를 구축할 수 있다. 따라서, 현장에서 품질 향상에 대한 요구를 적절하게 조절할 수 있다. 연화제 및 품질개선제의 개발은 저등급 식육의 품질특성을 개선시켜 보다 더 많은 소비를 창출할 수 있다.

저급 한우 갈비를 이용한 고부가가치 상품화로 3등급 판정된 약 41% 물량의 소비 확대가 가능하여 한우 산업발전에 기여할 수 있다. 한국적 전통식품인 한우 양념갈비 제품의 수출 시장 개척으로 수입개방이후 한우사육농가의 불안심리 해소를 통한 농가 소득 증대 및 가공 업체 경영 개선에 기여할 수 있다.

이를 단계적으로 포장 방법에 따른 품질 특성변화의 결과는 유통기간의 설정 기초자료로 활용가능 하고, 변색 방지 및 육색유지 기술은 현재 양념육에 있어서 소비자들의 불만 사항인 변색 문제를 해결할 수 있기 때문에 농림부, 한국육류수출입협회에서 매년 실시중인 “가공육기술연수”시 기술 전파로 전업계에 정보를 확산시켜 업계의 기술 수준 향상에 활용 할 수 있다. 연화제 및 품질개선제의 개발은 특히 출원하여 활용할 계획이고, 개발된 기술을 적용시킨 한우 양념 갈비 제품은 국내 내수 시장용으로서 뿐만 아니라 일본 바이어에게 제시하여 대일 수출 상품 아이템으로 추천할 계획이다.

제 6 장 연구 개발 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

1. MFI : Myofibrillar Fragmentation Index - Hopkins, D. L., Littlefield, P. J. and Thompson, J. M. 2000. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. Meat Sci., 56. pp.19-22.
2. ICoMST : International Congress of Meat Science and Technology - Lipid Oxidation in Vacuum-packed Portuguese Dry-Cured Ham 8-P14. pp314-315
3. Boccard R(1981) Facts and reflections on muscular hypertrophy in cattle: double muscling or culard. In:"Developments in Meat Science-2" Ed. Lawrie R. Applied Science Publishers, London, pp. 1-28
4. Dransfield E(1977) Intramuscular composition and texture of beef muscles. J Sci Fd Agric 28, 833-842
5. Goll DE, Geesink GH, Taylor RG & Thompson VF (1995) Does proteolysis cause all postmortem tenderization, or are changes in the actin/myosin interaction involved? ICoMST proc 41, 537-550.
6. Pohlman FW, Dikeman ME, Zayas JF & Unruh JA (1997) Effects of ultrasound and convection cooking to different end point temperatures on cooking characteristics, shear force and sensory properties, composition, and microscopic morphology of beef longissimus and pectoralis muscle. J Anim Sci 75, 386-401.
7. Tatum JD, Belk KE, George MH & Smith GC (1999) Identification of Quality management practices to reduce the incidence of retail beef tenderness problems: development and evaluation of a prototype system to produce tender beef. J Anim Sci 77, 2112-2118.
8. Wheeler TL, Shackelford SD & Koohmaraie M (1999) Tenderness classification of beef : III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force J Anim Sci 77, 400-407.

제 7 장 참 고 문 헌

1. Arcus, A. C. 1959. Proteolytic enzyme of *Actinidia chinensis*. *Biochem. Biophys. Acta.*, 33 : 242.
2. Baker, E. N., Boland, M. J., Calder, P. C. and Hardman, M. J. 1980. The specificity of actinidin and its relationship to the structure of the enzyme. *Biochem. Biophys. Acta.*, 616 : 30.
3. Barton-Gade, P. A. 1984. Influence of halotane genotype on meat quality in pigs subjected to various pre-slaughter treatments. *Proc. of 30th European Meeting, Meat Research Workers, Bristol*, 8.
4. Beynon, R. J. and Bond, J. S. 1994. *Proteolytic enzymes*. IRL Press, Oxford, p.1.
5. Blanchard, P. J. and Mantle, D. 1996. Comparison of proteolytic enzyme levels in chicken, pig, lamb and rabbit muscle at point of slaughter : role in meat tenderization post mortem. *J. Sci. Food Agric.*, 71. pp.83-91.
6. Buton, P. E., Carroll, F. D., Fisher, A. L., Harris, P. V. and Shorthose, W. R. 1973a. Effect of altering ultimate pH on bovine muscle tenderness. *J. Food Sci.* 38 : 816.
7. Buton, P. E., Carroll, F. D., Fisher, A. L., Harris, P. V. and Shorthose, W. R. 1973b. Influence of pH and fiber contraction stats upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.* 38 : 404.
8. Buton, P. E., Harris, P. V. and Shorthose, W. R. 1971. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.*, 36 : 435.
9. Buy, E. M., Nortje, G. L., Jooste, P. J., Holy, A von. 2000. Combined effect of modified atmosphere bulk packaging, dietary vitamin E supplementation and microbiological contamination on colour stability of *Musculus gluteus medius*. *Meat Sci.*, 55(4). pp.403-411.
10. Caygill, J. C. 1979. Sulphydryl plant protease. *Enzyme Microb. Technol.*, 1.

pp.233-242.

11. Caygill, J. C. 1955. Sulphydryl plant protease. *Methods Enzymol.*, 2. pp.54-61.
12. Childs, A. M. and Baldelli, M. 1934 Press fluid from heated beef muscle. *J. Agr. Res.*, 48(12) : 1127.
13. Dransfield, E., Nute, G. R., Mottram, D. S. Rowan, T. G. and Lawrence, T. L. J. 1985. Pork quality from pigs fed low glucosinolate rapeseed meal: Influence of level in the diet, sex and ultimate pH. *J. Sci. Food Agric.* 36 : 546.
14. Grant, E. H., Sheppard, R. Z. and South, G. P. 1978. Dielectric behavior of biological molecules in solution. Oxford University Press, Oxford, England.
15. Grau, R. and Hamm, R. 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften*, 40 : 29
16. Hamm, R. 1970. Interaction of between phosphate and meat proteins. Symposium : phosphates in food processing. AVI Publishing Co., Westport, CT. p.65.
17. Hamm, R. 1975. Muskelfarbstoff und Fleischfarbe. *Fleischwirtschaft*, 55(10) : 1415.
18. Hargett, J. T. and Monroe, R. J. 1980. Effects of sodium acid pyrophosphate of frankfurters. *J. Food Sci.*, 45 : 905.
19. Hart, P. C. 1962. Physico-chemical characteristics of degenerated meat in pig. *Tijdschrift Diergeneeskunde*. 87 : 156.
20. Hofmann, K. 1975. Ein neues gerat zur bestimmung der wasserbindung des fleisches; das "Kapillar-Volumeter". *Fleischwirts.*, 55 : 25.
21. Honikel, K. O. 1987. How to measure the water holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs*. Tarrant, P. V., Eikelenboom, G. and Monin, G., Martinus Nijhoff, Dordrecht, p.129.
22. Hopkins, D. L., Littlefield, P. J. and Thompson, J. M. 2000. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Sci.*, 56. pp.19-22.
23. Houben, J. H., Dijk, A van, Eikelenboom, G., Hoving, Bolink A. H. 2000.

- Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Sci.*, 55(3). pp.331-336.
24. Insausti, K., Beriain, M. J., Purroy, A., Alberti, P., Lizaso, L., Hernandez, B. 1999. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. *Meat Sci.*, 53(4). pp.241-249.
 25. Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B. and Merkel, R. A., 1989. *Principles of Meat Science*. Kendall/Hunt Pub. Co.
 26. Kang, C. K. and Rice, E. E., 1970. Degradation of various meat fraction by tenderizing enzymes. *J. Food Sci.*, 35 : 563.
 27. Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., Engel, B., van Laack, R. L. J. M., Hoving-Bolink, A. H., Sterrenbrug, P., Nordheim, E. V., Walstra, P. and van der Wal, P. G. 1993. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.* 34 : 238.
 28. Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., van der Wal, P. G., Merkus, B. G. and Zaar, M. 1986a. The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. *Meat Sci.*, 18 : 191.
 29. Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., van der Wal, P. G., Merkus, B. G. and Zaar, M. 1986b. A comparison of methods to estimate water-holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Sci.*, 18 : 307.
 30. Kim, B. C., Kauffman, R. C., Norman, J. M. and Joo, S. T. 1994. Measuring water-holding capacity in pork musculature with a Tensiometer. *Meat Sci.*, 39(3). pp.363-374.
 31. Koohmaraie, M., Babiker, A. S., Schroeder, R. A., Merkel, R. A. and Dutson, T. R. 1988, Acceleration of post-mortem tenderization in bovine carcasses through activation of Ca²⁺-dependent proteases. *J. Food Sci.* 53 : 1638.
 32. Lee, C. M. and Patel, K. M. 1984. Analysis of juiciness of commercial frankfurters. *J. Text. Studies*, 15 : 67.
 33. Lillford, P. J., Clark, A. H. and Jones, D. V. 1980. In 'Water in Polymers', ACS Symposium Series No. 127, American Chemical Society, Washington,

DC. 177.

34. MacFarlane, J. J. 1985. High-pressure technology and meat quality, In Development in Meat Sci.(ed. Lawrie, R. A.), Elsevier, London, p.155.
35. McDowall, M. A. 1970. Anionic proteinase from *Actinidia chinensis* preparation and properties of the crystalline enzyme. Eur. J. Biochem., 14 : 214.
36. Monin, G., Sellier, P., Ollivier, L., Goutefongea, R. and Girard, J. P. 1981. Carcass characteristics and meat quality of halotane negative and halotane positive pietrain pigs. Meat Sci., 5 : 413.
37. Nelson, K. A., Busta, F. F., Sofos, J. N. and Wagner, M. K. 1983. Effect of polyphosphates in combination with nitrate-sorbate or sorbate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in chicken frankfurter emulsions. J. Food Prot. 46 : 846.
38. Phillips, R. D. and Beuchat, L. R. 1981. Enzymatic modification of proteins. In 'Protein functionality in foods'(ed. Cherry, J. P.) Amer. Chem. Soc., Washington, D. C.
39. Ramsey, C. B., Tribble, L. F., Wu, C. and Lind, K. D. 1990. Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. J. Anim. Sci. 68 : 148.
- Rao, M. V. and Gault, N. F. S. 1991. Acetic acid marinading the rheological characteristic of some raw and cooked beef muscles which contribute to changes meat tenderness. J. Texture Studies. 21 : 455.
40. SAS. 1999. Software for pc(Release 8.01). SAS Institute, Inc., Cary, NC.
41. Scheper, J. 1975. Bedeutung des safthaltevermogens fur die fleischbeschaffenheit beim schwein. Fleischwirts., 55 : 1176.
42. Suh, H. J., Chung, S. H., Son, J. Y., Lee, H. K. and Bae, S. W. 1996. Studies on the properties of enzymatic hydrolysates from file-fish(in Korean). Korean J. Food Sci. Technol., 28. pp.678-683.
43. Terrell, R. N. and Olson, D. G., 1981. Chloride salts and processed meat : properties, sources, mechanism of actin, labelling. Proc. Meat Ind.Res. Conf. P.67., AMI.

44. Trout, G. R. and Schmidt, G. R. 1984. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls. J. Food. Sci., 49 : 687.
45. Wagner, M. K. and Busta, F. F. 1983. Effect of sodium acid pyrophosphate in combination with sodium nitrite or sodium nitrite/potassium sorbate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in beef/pork frankfurter emulsions. J. Food Sci., 48 : 990.
46. Wierbicki, E. and Deatherage, F. E. 1958. Determination of water-holding capacity of fresh meats. J. Agr. Food Chem., 6(5) : 387.
47. 김대곤, 성삼경, 정근기. 1999. 거세한우의 배최장근섬유에 관한 조직학적 특성과 육질과의 비교연구. 한국축산학회지. 41(1). pp.89-100.
48. 김영봉, 김용수, 노정해, 성기승, 윤철석, 이남형. 1996. 진공포장된 수입냉장우육의 저장성에 관한 연구. 한국축산학회지. 38(4). pp.411-422.
49. 김일석, 이상옥, 변준석, 강석남, 민중석, 이무하. 2000. 국내시장에 유통중인 한우 및 수입 쇠고기 냉동 등심부위의 물리·화학적, 미생물학적 및 관능적 품질 특성. 한국축산학회지. 42(1). pp.117-124.
50. 김일석, 이상옥, 강석남, 변준석, 이무하. 1999. 한우 및 수입 쇠고기 냉장 등심의 물리·화학적, 미생물학적 및 관능적 품질 특성. 한국축산식품학회지. 19(4). pp.331-338.
51. 문윤희, 홍대진, 김미숙, 정인철. 1997. 냉장기간이 진공포장한 소등심육의 이화학적·관능적 특성에 미치는 영향. 식품산업과 영양: 급식, 외식산업의 현황과 발전방향. 2(2). p.63.
52. 문윤희, 홍대진, 김미숙, 정인철. 1998. 진공포장한 소등심육의 냉장저장중 이화학적, 관능적 특성의 변화. 한국식품영양과학회지. 27(2). pp.214-219.
- 박구부, 허선진, 이제룡, 이정일, 김영환, 하영래, 주선태. 2000. 양과깍질 성분이 Press Ham의 지방산패도와 육색의 변화에 미치는 효과. 한국임상수의학회지. 17(1). pp.93-100.
53. 박범영, 유영모, 김진형, 조수현, 이종문, 김용곤. 1998. 진공포장 한우쇠고기의 장기 냉장 저장이 육질변화에 미치는 영향. 축산기술연구논문집. 40(2). pp.135-139.

54. 성삼경, 김대곤, 안동현, 김수민. 1998. 한우 도체에 대한 전기자극처리가 쇠고기의 품질특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 40(2). pp.185-192.
55. 육홍선, 이주운, 이경행, 김덕진, 신현길, 변명우. 1999a. 감마선 조사가 쇠고기의 연도개선에 미치는 효과. 한국식품과학회지. 31(4). pp.1005-1010.
56. 육홍선, 이주운, 이현자, 김종균, 김경표, 변명우. 1999b. 감마선 조사가 우유의 단백질 용해성, 수분손실 및 전단력에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 31(3). pp.665-671.
57. 이근택, 이국중. 1998. 진공포장 한우육의 냉장저장중 품질 변화. 한국축산학회지. 40(6). pp.651-660.
58. 이정일, 민중석, 김일석, 박구부, 이무하. 1998. 전자선 조사와 저장기간이 우유의 콜레스테롤 산화물질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(6). pp.1312-1320.
59. 최양일, 김영규, 이창림. 1995. 포장방법 및 숙성온도가 한우육의 육색, 연도 및 저장특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 37(6). pp.639-650.
60. 최일신, 박연진. 1996. 한국산 배의 식육연화제로서 이용에 관한 연구. Korean J. Food. Sci. Ani. Resour., 16(1). pp.89-93.
61. 이유방, 성삼경, 1989, 식육과 육제품의 분석 실습, 선진문화사.
62. 이종문 외 7인. 1998. 주요국의 육류등급제도, 축산기술연구소, 농촌진흥청.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.